antologie coordonată de

John Brockman

TOTUL ARE O EXPLICAȚIE

vol. 2

non-ficțiune

JOHN BROCKMAN, născut în 1941 în Boston, Massachusetts, este agent literar și editor, de-a lungul carierei sale militând pentru interdisciplinaritate în toate sferele științei și ale culturii. A înființat Edge Foundation, pentru promovarea științei și a tehnicii, și cunoscuta publicație *Edge* (www.edge.org), la care scriu unii dintre cei mai îndrăzneți gânditori ai lumii de azi, lideri a ceea ce John Brockman numește a treia cultură. Printre volumele pe care le-a editat se numără *Creativity*, *Curious Minds*, *My Einstein*, *This Will Make You Smarter*. Cele mai recente volume pe care le-a semnat ca autor sunt *The Third Culture: Beyond the Scientific Revolution* și *Digerati*.

antologie coordonată de

John Brockman

TOTUL ARE O EXPLICAȚIE

vol. 2

Traducere din limba engleză
EMANUELA JALBĂ-ȘOIMARU

ANTICIPATIA

Coperta: Cristian FLORESCU, Ana NICOLAU

Descrierea CIP a Bibliotecii Naționale a României
Totul are o explicație / – București: Nemira Publishing House, 2013–. – vol.
ISBN 978-606-579-735-2
Vol. 2 / John Brockman ; trad.: Emanuela Jalbă Șoimaru. – 2016
– ISBN 978-606-758-552-0

I. Brockman, John (coord.)
II. Jalbă-Șoimaru, Emanuela (trad.)

5

John Brockman
THIS EXPLAINS EVERYTHING
© 2013 by Edge Foundation, Inc.
All rights reserved.

© Nemira, 2016

Redactor: Dan SOCIU
Tehnoredactor: Irina POPESCU
Lector: Viorica DUMITRENCO

Tiparul executat de EUROBUSINESS TIPAR S.R.L.

Orice reproducere, totală sau parțială, a acestei lucrări,
fără acordul scris al editorului, este strict interzisă și se
pedepsește conform Legii dreptului de autor.

ISBN 978-606-758-552-0

LIMITELE INTUIȚIEI

BRIAN ENO

Artist; compozitor; muzician, producător muzical pentru U2, Coldplay, Talking Heads, Paul Simon

Avem uneori tendința de a considera că ideile și sentimentele care izvorăsc din intuiție le sunt implicit superioare celor la care ajungem prin intermediul rațiunii și al logicii. Intuiția – „presentimentul" – ajunge să fie divinizată în postura de Nobilul Sălbatic al minții, care-și croiește drum neînfricat prin pedanteria rațiunii. Artiștii, care își fundamentează activitatea creatoare pe intuiție în cea mai mare parte a timpului, îi sunt tributari în mod special unei astfel de convingeri. Au existat însă câteva experiențe care m-au făcut să devin sceptic în această privință.

Prima este reprezentată de o întrebare pe care Wittgenstein obișnuia să le-o adreseze studenților săi. Sună cam așa: ai o panglică cu care vrei să înfășori centrul Pământului (presupunând că Pământul este o sferă perfectă). Din nefericire, ai legat panglica puțin cam larg; este cam cu un metru mai largă. Întrebarea care se pune este următoarea: dacă ai putea distribui porțiunea în exces – acel metru în plus – în mod unitar în jurul planetei, astfel încât panglica să stea cumva suspendată peste suprafața Pământului, la ce distanță față de respectiva suprafață s-ar situa?

Majoritatea intuițiilor oamenilor i-au orientat spre un răspuns din zona unei infime fracțiuni de milimetru. Răspunsul corect este: aproape 16 centimetri. Din experiența proprie, doar două categorii de oameni se apropie intuitiv de acest răspuns: matematicienii și croitorii. Ceea ce continuă să mi se pară de-a dreptul surprinzător. De fapt, atunci când, student la arte fiind, am auzit întrebarea, mi-am petrecut o seară întreagă calculând și recalculând, pentru că intuiția mea vocifera neîncrezătoare.

Nu după foarte mulți ani, la Muzeul „Exploratorium" din San Francisco, am suferit un alt șoc la nivel intuitiv. Am asistat pentru prima dată la o demonstrație computerizată pentru *Life* a lui John Conway[1]. Pentru aceia dintre voi care nu știu despre ce este vorba, mă refer la o rețelistică simplă, cu puncte care se activează potrivit unui set de reguli pe atât de simplu, pe cât este de repetitiv sau determinist. Regulile stabilesc care sunt punctele ce vor trece în etapa următoare, care vor muri sau care se vor naște atunci. Nu există subterfugii sau vreo implicare creativă, doar regulile de care vorbeam. Întregul sistem este atât de transparent, că nu ar trebui să ne rezerve niciun fel de surprize, dar, de fapt, acestea sunt din belșug: complexitatea și „organicitatea" evoluției tiparelor formate de puncte dezavuează complet orice predicție. Este de ajuns să modifici poziția unui singur punct în etapa de început și întreaga poveste capătă o cu totul altă turnură. Umbli doar puțin de tot la una dintre acele reguli și se produce brusc o creștere explozivă sau un Armaghedon instantaneu. Pur și simplu, nu există nicio metodă (intuitivă) de a ghici ce urmează să se întâmple.

Aceste două exemple se constituie, pentru mine, într-o demonstrație elegantă a următoarelor aspecte: (a) „determinist" nu înseamnă

[1] *Game of Life*, mai bine cunoscut ca *Life*, este un automat celular conceput de matematicianul britanic John Horton Conway în 1970. Este un joc de tip *zero player*, ceea ce înseamnă că evoluția sa este determinată de starea inițială, care nu necesită un input suplimentar. Interacțiunea propriu-zisă cu *Game of Life* constă în crearea unui configurații inițiale și în observarea, apoi, a modului cum evoluează aceasta sau, pentru jucătorii avansați, în crearea unor tipare cu anumite proprietăți (n. tr.).

„previzibil"; (b) nu suntem maeștri în a intui modul de interacțiune a unor reguli simple pe baza unor condiții inițiale (și mai important încă în direcția menționată este că mintea umană pare a fi intrinsec limitată în ceea ce privește capacitatea sa de a intui anumite lucruri – cum ar fi, de pildă, fizică cuantică și probabilitatea; și (c) intuiția nu e o voce cvasimistică care reverberează în noi venind din exterior, ci un fel de procesare pripită și instabilă a unei experiențe anterioare (ceea ce explică faptul că, de pildă, croitorii s-au prins repede cum stă treaba cu panglica, în timp ce noi, ceilalți, nu). Acest instrument de procesare generează, uneori, rezultate impresionante, cu o viteză uimitoare, dar e bine să ne amintim, acum și încă o dată, că el poate, de asemenea, să dea greș în totalitate.

MECANISMUL HIGGS

LISA RANDALL

Fizician, Universitatea Harvard; scriitor, *Knocking on Heaven's Door: How Physics and Scientific Thinking Illuminate the Universe and the Modern World*

Frumusețea științei – pe termen lung – constă în lipsa ei de subiectivitate. Astfel, faptul de a trebui să răspundă la întrebarea „Care este explicația ta profundă, frumoasă sau elegantă preferată?" poate fi stânjenitor pentru un om de știință, dat fiind că singurii termeni obiectivi aduși în discuție sunt „care", „este", „sau" și (într-o lume științifică ideală) „explicație". Frumusețea și eleganța au, cu siguranță, de jucat un anumit rol în cadrul științei, dar nu reprezintă tocmai arbitrii adevărului. Recunosc însă că simplitatea, care e adesea confundată cu eleganța, poate funcționa ca un ghid util pentru potențarea forței explicative.

În ceea ce privește întrebarea de mai sus, mă voi limita la o explicație pe care o consider extrem de frumoasă și relativ simplă (deși subtilă) și care poate fi chiar verificată anul acesta. Este vorba despre mecanismul Higgs, numit astfel după fizicianul Peter Higgs, care l-a elaborat. Mecanismul Higgs este responsabil, probabil, pentru masele de particule elementare, cum ar fi electronul. Dacă electronul ar avea masa zero

(asemenea fotonului), nu ar forma atomii, ceea ce ar face imposibilă oricare dintre structurile universului.

În orice caz, experimentele efectuate au măsurat masele particulelor elementare, iar acestea nu dispar. Știm sigur că ele există. Problema e că aceste mase perturbă structura de simetrie fundamentală despre care știm că figurează în descrierea fizică a particulelor respective. Mai concret, dacă particulele elementare ar avea masă de la bun început, teoria în cauză ar emite predicții ridicole despre niște particule foarte energice; de exemplu, ar prezice mai mult decât o singură probabilitate de interacțiune.

Avem de-a face, astfel, cu un puzzle semnificativ. Cum pot particulele să aibă mase care exercită consecințe fizice și care pot fi măsurate la niveluri de energie reduse, dar care se comportă ca și cum n-ar avea mase la niveluri ridicate de energie, atunci când predicțiile ar deveni complet ilogice? Cam așa ceva susține mecanismul Higgs. Nu știm încă sigur dacă acesta e responsabil pentru originea maselor particulelor elementare, dar nimeni nu a găsit o explicație alternativă satisfăcătoare.

O modalitate de înțelegere a mecanismului Higgs este posibilă în termenii a ceea ce e cunoscut drept distrugere spontană a simetriei, despre care aș spune că este ea însăși o idee frumoasă. O simetrie distrusă în mod spontan e provocată de starea curentă a naturii, nu de legile fizice. De exemplu, dacă stai la masă și te folosești de paharul poziționat la dreapta ta, așa vor face toți ceilalți. Masa este aranjată simetric – un pahar la dreapta, altul la stânga. Cu toate acestea, fiecare alege paharul din dreapta și astfel distruge spontan simetria stânga-dreapta, care altfel ar funcționa.

Natura procedează similar. Legile fizice care descriu un obiect numit un câmp Higgs respectă simetria naturii. Totuși, starea curentă a câmpului Higgs distruge simetria. La un nivel redus de energie, acesta capătă o anumită valoare. Acest câmp Higgs care nu dispare este oarecum înrudit cu o sarcină distribuită în vid (starea universului fără particulele propriu-zise). Particulele își dobândesc masele interacționând cu respectivele „sarcini". Deoarece această valoare se manifestă doar la

niveluri scăzute de energie, particulele capătă efectiv mase doar la acele niveluri energetice, iar aparenta strâmtorare înregistrată la nivelul maselor particulelor elementare e oarecum rezolvată.

Nu uitați că Modelul Standard al Fizicii Particulelor a funcționat foarte bine, cu toate că nu știm încă dacă mecanismul Higgs este corect. Nu e nevoie să deținem mai multe informații despre mecanismul Higgs ca să ne dăm seama că particulele au mase și ca să emitem numeroase predicții de succes pe marginea Modelului Standard. Doar că mecanismul Higgs este esențial pentru a explica modul în care acele mase se pot constitui într-o teorie pertinentă. Succesul Modelului Standard ilustrează, totuși, o altă idee frumoasă, care este esențială pentru întreaga fizică, respectiv conceptul de „teorie eficientă". E vorba despre simplul fapt că ne putem concentra asupra unor cantități măsurabile atunci când emitem predicții și că putem lăsa înțelegerea sursei acelor cantități pe seama unor cercetări ulterioare, de mai mare precizie.

Din fericire, momentul respectiv a sosit acum pentru mecanismul Higgs, sau cel puțin pentru cea mai simplă implementare posibilă a sa, care implică o particulă numită bosonul Higgs. Marele Accelerator de Hadroni de la CERN, de lângă Geneva, ar trebui să se soldeze cu rezultate definitive în maximum un an în ceea ce privește existența acestor particule.[1] Dacă aceasta e confirmată, faptul în sine va demonstra că mecanismul Higgs este corect și ne va oferi ulterior informații cu privire la structura de bază responsabilă pentru distrugerea spontană a simetriei și pentru disiparea „sarcinii" în vid. În plus, bosonul Higgs va funcționa ca un nou tip de particulă (ca un boson fundamental, pentru cunoscătorii terminologiei fizice) și va constitui, până la un punct, un nou tip de forță. Să recunoaștem că toate acestea sunt cât se poate de subtile și ezoterice. Cel puțin eu însămi (și majoritatea comunității fizicii teoretice) cred că este vorba despre ceva frumos, profund și elegant.

[1] Descoperirea a fost făcută publică chiar cu puțin timp înainte ca volumul de față să intre în tipar. Acum, că a fost descoperit bosonul Higgs, proprietățile sale pot fi măsurate pentru a afla dacă se conformează sau nu celor mai simple așteptări sau unei implementări mai elaborate a mecanismului Higgs (n. a.).

Simetria e minunată. Dar la fel e și distrugerea simetriei. Pe parcursul anilor, multe aspecte legate de fizica particulelor au fost văzute inițial ca fiind neplăcute, apoi apreciate ca fiind elegante. Subiectivitatea în știință depășește cadrele comunităților ca atare pentru a ajunge la oamenii de știință luați individual. Și chiar și aceștia își schimbă, în timp, punctul de vedere. De aceea experimentele sunt esențiale. Așa dificile cum sunt ele, este mai ușor să scoți în evidență rezultate, iar nu natura frumuseții.

MINTEA GÂNDEȘTE ÎN METAFORE ALE CORPULUI

SIMONE SCHNALL

Director la Cambridge Embodied Cognition and Emotion Laboratory; lector universitar, Departamentul de psihologie socială și al dezvoltării, Cambridge, Marea Britanie

Filozofii și psihologii s-au luptat ceva timp cu o întrebare fundamentală: cum ajunge creierul să proceseze semnificații? Dacă gândurile constau în prelucrarea unor simboluri abstracte, așa cum computerele procesează cifrele 0 și 1, atunci cum este posibil ca aceste simboluri abstracte să fie transpuse în reprezentări cognitive pline de sens? Această așa-numită problemă a fundamentării pe simboluri este acum depășită în mare parte, deoarece numeroase descoperiri din știința cognitivă sugerează că mintea nu transpune de la început informația primită în simboluri abstracte. Informațiile de tip senzorial și perceptiv din experiența cotidiană sunt, mai degrabă, preluate în forma lor specifică în ceea ce privește modalitatea și furnizează pietrele de temelie ale gândurilor.

Empiriștii britanici precum Locke și Berkeley au admis, cu mult timp în urmă, faptul potrivit căruia cogniția este inerent perceptuală. Însă, după revoluția cognitivă din anii 1950, psihologia s-a raportat la

computer ca la cel mai adecvat model de studiere a minții. Acum știm că creierul nu funcționează asemenea unui computer. Treaba lui nu este să stocheze sau să proceseze informații; mai curând, rolul său este acela de a coordona și controla acțiunile apendicelui de proporții al creierului, care este corpul. Prinde, astfel, contur o nouă revoluție, despre care unii consideră că ar pune capăt cognitivismului și că ar introduce în scenă un tip modificat de știință cognitivă – și anume, știința cognitivă *a corpului*.

Revendicarea fundamentală ar fi aceea că mintea gândește în metafore ale corpului. Primii susținători ai acestei idei au fost lingviștii, cum ar fi George Lakoff, iar în ultimii ani psihologii sociali au coordonat experimente relevante în acest sens, oferindu-ne dovezi imbatabile. Dar problema nu se oprește aici; există și un revers al medaliei. Dat fiind că gândirea se susține prin acțiune, multe procese corporale se alimentează din planul mental pentru a face posibile acțiunile.

Luați în considerare următoarele descoperiri recente, care se corelează cu conceptul spațial de bază al verticalității. Dat fiind că a te mișca în spațiu este o experiență fizică obișnuită, noțiuni precum „sus" sau „jos" capătă imediat sens prin raportare la corpul persoanei în cauză. Experiența concretă a verticalității funcționează ca un eșafodaj perfect pentru înțelegerea unor concepte abstracte, cum ar fi moralitatea: virtutea este sus, în timp ce depravarea e jos. Oamenii buni sunt cetățeni „sus-pușI" și „verticali", în timp ce oamenii răi formează „pătura de jos" a societății. O cercetare de ultimă oră coordonată de Brian Meier, Martin Sellbom și Dustin Wygant a scos în evidență faptul că participanții la experiment sunt mai prompți în a clasifica unele noțiuni ca fiind morale atunci când se află undeva la înălțime și pe altele ca imorale atunci când sunt într-o locație situată la o altitudine mică. În felul acesta, oamenii corelează în mod intuitiv sfera moralității cu verticalitatea; în orice caz, Meier și colegii săi au descoperit și faptul că oamenii care nu recunosc

normele morale – și anume, psihopații – nu au intrat sub incidența acestui fenomen[1].

Nu numai că oamenii consideră lucrurile bune și morale ca fiind înalte, dar ei mai și cred că Dumnezeu este sus, iar Diavolul, jos. Mai mult, cei aflați în poziții de conducere sunt percepuți ca situându-se sus în raport cu aceia pe care-i domină și asupra cărora își exercită controlul, așa cum o demonstrează Thomas Schubert[2]. Toate dovezile de tip empiric sugerează faptul că există, într-adevăr, o dimensiune conceptuală care duce în sus, atât în sens literal, cât și metaforic. Această dimensiune a verticalității, care determină mintea să perceapă ceea ce este sus ca intrând în sfera exercitării puterii, se află pe deplin înrădăcinată în experiența fizică de bază a verticalității.

Verticalitatea nu doar că influențează modul de reprezentare al oamenilor cu privire la ceea ce este bine, moral și dumnezeiesc, dar deplasarea în spațiu pe coordonata verticalității le poate și modifica acestora acțiunile morale. Lawrence Sanna, Edward Chang, Paul Micelli și Kristjen Lundberg au demonstrat recent că modificarea localizării oamenilor pe verticală îi poate determina să devină cetățeni „sus-puși" sau „verticali". Aceștia au descoperit că oamenii dintr-un mall care tocmai au urcat cu scara rulantă erau mai dispuși să pună bani într-o cutie de donații decât cei care tocmai au coborât pe scara rulantă. În mod similar, participanții la cercetare care se uitaseră la un film cu cadre surprinse de sus – cum ar fi faptul de a zbura pe deasupra norilor așa cum este perceput de la fereastra unui avion – au manifestat un comportament mai compliant decât participanții la studiu care priviseră cadre oarecum obișnuite, deci mai puțin „înălțătoare", surprinse de pe

[1] „Failing to take the moral high ground: Psychopathy and the vertical representation of morality", *Personality & Individual Differences* 43, 757–67, 2007.

[2] „Your highness: Vertical positions as perceptual symbols of power", *J. Personality & Soc. Psychol.* 89, 1–21, 2005.

geamul unei mașini. Astfel, acțiunea de a se situa fizic la înălțime i-a făcut pe oameni să acționeze potrivit unor valori morale „mai înalte".[1]

Recunoașterea crescândă a faptului că metaforele corpului furnizează un limbaj mental comun a generat modalități fundamental diferite de a cerceta stilul de gândire al oamenilor. De exemplu, luând în calcul presupunerea că mintea funcționează asemenea unui computer, psihologii au sperat să-și dea seama cum gândesc oamenii analizând felul în care joacă șah sau cel în care memorează liste cu asocieri aleatorii de cuvinte. Din perspectiva cogniției de tip corporal, este evident că asemenea demersuri științifice erau sortite din start eșecului. Este din ce în ce mai limpede că operațiile cognitive ale oricărei ființe vii, inclusiv ale oamenilor, trebuie să soluționeze anumite provocări care țin de capacitatea de adaptare la mediul înconjurător. În decursul acestui proces, metaforele corpului sunt pietrele de temelie ale percepției, cogniției și acțiunii. Iar lucrurile n-ar putea, nicidecum, sta mai simplu și mai elegant de atât.

[1] „Rising Up to Higher Virtues: Experiencing Elevated Physical Heights Uplifts Prosocial Actions", *J. Exp. Soc. Psychol.*, 47:2, 472-6, 2001.

METAFORELE SUNT ÎN MINTE

BENJAMIN K. BERGEN

Profesor colaborator, științe cognitive, University of California – San Diego

Mă ocup de studiul limbajului, iar în domeniul meu de cercetare s-au vehiculat, pe parcursul secolelor, câteva explicații care au schimbat regula jocului. Una dintre ele vizează modul în care limbajul se schimbă în timp. O alta se referă la faptul că toate limbajele au câteva caracteristici în comun. Dar preferata mea este o idee care m-a acaparat inițial în direcția limbajului și a minții: e vorba despre o explicație a metaforei.

Când cercetezi cu atenție modul în care folosim limbajul, descoperi că foarte mult din ceea ce spunem are caracter metaforic – vorbim despre unele lucruri ca și cum ar fi alte lucruri. Ne referim la campaniile electorale în termenii specifici curselor de cai: „Senatorul Jones *a tras de hățuri*." Moralitatea este percepută drept curățenie: „Acesta a fost un joc *murdar*." Iar înțelegerea este asociată cu percepția vizuală: „O nouă perspectivă *face lumină* în problema structurii universului."

Oamenii știu de mult timp despre metaforă. Până spre sfârșitul secolului XX, aproape toată lumea era de acord cu o anumită explicație, impecabil formulată de către Aristotel. Metafora era concepută ca un instrument strict lingvistic – ca un fel de întorsătură elegantă din condei – cu ajutorul căruia numești un lucru folosind numele altui lucru cu

care cel dintâi seamănă. Probabil că aceasta este definiția metaforei pe care ați învățat-o la școală. Potrivit acestei concepții, poți spune metaforic că „Juliet e un soare" dacă și numai dacă Juliet seamănă cu soarele – dacă ambii termeni sunt, de pildă, extrem de luminoși.

Numai că, în cartea lor din 1980, *Metaphors We Live By*, George Lakoff și Mark Johnson au propus o explicație a limbajului metaforic care a contrazis ceea ce era bătut în cuie. Au susținut că, în cazul în care metafora este doar un instrument lingvistic generalizat bazat pe comparație, atunci ar trebui să putem descrie metaforic orice lucru în termenii elementelor cu care seamănă. Lakoff și Johnson au observat însă că limbajul metaforic autentic, așa cum este el folosit în prezent, nu constituie deloc un rezultat al hazardului. Mai degrabă se poate spune că acesta este sistematic și coerent.

Este sistematic dacă ne referim la faptul că nu putem descrie pur și simplu metaforic ceva anume ca fiind altceva. Dimpotrivă, se au în vedere, în mare parte, elemente abstracte pe care le descriem în termenii elementelor concrete. Moralitatea este mai abstractă decât starea fizică de curățenie. Înțelegerea este mai abstractă decât percepția vizuală. În plus, metaforele nu sunt reversibile. Dacă putem spune, de pildă, despre cineva că „este curat", în sensul că nu are cazier judiciar, nu putem spune „este moral" cu referire la faptul că tocmai a făcut baie. Metafora este unidirecțională.

Expresiile metaforice au și proprietatea de a fi coerente una în relație cu alta. Invocăm din nou exemplul cu capacitatea de înțelegere și percepția vizuală. Există foarte multe expresii metaforice relevante în acest sens, de pildă: „Văd unde bați" sau „Să facem lumină în chestiunea aceasta" sau „Pune ideea sub lupă și vezi dacă chiar are sens". Și așa mai departe. Deși acestea sunt expresii metaforice total diferite una de cealaltă – în sensul că folosesc cuvinte complet diferite –, toate au proprietatea de a reda anumite aspecte ale înțelegerii în termenii aspectelor specifice ale percepției vizuale. Întotdeauna ne referim la persoana care înțelege ca la un văzător, la ideea care face obiectul înțelegerii ca la obiectul care este văzut, la actul înțelegerii ca la faptul de a vedea, la

însușirea unei idei de a se lăsa înțeleasă ca la vizibilitatea unui obiect, și tot așa. Cu alte cuvinte, aspectele legate de vedere pe care le folosim pentru a vorbi despre însușirile capacității de înțelegere se află într-un raport de proiecție fixă unul față de celălalt.

Observațiile de acest fel i-au determinat pe Lakoff și Johnson să emită presupoziția că există ceva în legătură cu metafora care trece dincolo de planul cuvintelor ca atare. Au susținut că expresiile metaforice de la nivelul limbajului sunt doar niște fenomene de suprafață, organizate și concepute de interacțiunile de la nivelul minții. Pentru cei doi autori, motivul existenței limbajului metaforic și al caracterului său sistematic și coerent este dat de faptul că oamenii gândesc metaforic. Nu doar că ne referim la înțelegere ca la actul percepției vizuale; și din punct de vedere mental concepem capacitatea de înțelegere ca fiind similară vederii. Nu doar că ne referim la moralitate în termenii curățeniei fizice, dar ne și gândim că moralitatea presupune curățenie. Și, din cauză că gândim metaforic, pentru că, în mod sistematic, desemnăm anumite concepte cu ajutorul altora în plan mental, ajungem să ne și exprimăm metaforic. Expresiile metaforice nu sunt altceva (ca să zicem așa) decât vârful unui aisberg.

În ceea ce privește explicațiile vehiculate, aceasta din urmă le acoperă pe toate celelalte. Este elegantă prin aceea că explică un fenomen încâlcit și complicat în termenii a ceva mult mai simplu – o conexiune structurată între două domenii conceptuale din planul mental. Are forță dacă ne gândim că explică alte lucruri decât limbajul metaforic: descoperirile recente din domeniul psihologiei cognitive scot în evidență faptul că oamenii gândesc metaforic chiar și în absența limbajului metaforic (afecțiunea este percepută drept căldură, moralitatea, drept curățenie). Explicația conceptual-metaforică sugerează faptul că înțelegem concepte abstracte precum afecțiunea sau moralitatea asociindu-le metaforic cu alți termeni mai concreți. În ceea ce privește utilitatea acestui demers, demersul de explicare conceptual-metaforică a dat naștere la numeroase cercetări în mai multe domenii; lingviștii au venit cu dovezi în ceea ce privește complexitatea limbajului metaforic

și i-au analizat diversitatea pe tot cuprinsul globului, psihologii i-au testat capacitatea de a emite predicții în planul comportamentului uman, iar neurologii au cercetat structura creierului pentru a găsi elementele fizice care stau la baza acestui fenomen. Și nu în cele din urmă, explicația conceptuală a metaforei are un caracter transformator – înlătură ideea preconceptă că metafora este doar un instrument lingvistic bazat pe un raport de asemănare. Într-un timp foarte scurt, toate acestea ne-au determinat să regândim mai bine de două mii de ani de adevăruri de convenienţă. Asta nu înseamnă că explicația conceptual-metaforică nu are propriile puncte slabe sau că este ultimul bastion de cucerit în studiul metaforei. Dar este o explicație care ne pune serios pe gânduri. Ca să nu spunem deocamdată mai mult de-atât.

PRINCIPIUL PORUMBEILOR SAU AL SERTARELOR

JON KLEINBERG

Profesor universitar de informatică cu distincție Tisch, Cornell University; coautor (împreună cu David Easley), *Networks, Crowds, and Markets: Reasoning About a Highly Connected World*

Anumite aspecte din matematică lasă impresia că ar deține un fel de forță comprimată – par inofensive și temperate atunci când iei contact cu ele pentru prima dată, dar devin de-a dreptul uimitoare atunci când le vezi în acțiune. Unul dintre exemplele cele mai concludente în acest sens este principiul porumbeilor sau al sertarelor.

Iată ce susține acest principiu. Să presupunem că un stol de porumbei aterizează într-un șir de copaci și că numărul porumbeilor îl depășește pe cel al copacilor. Așa se face că, după ce toți porumbeii s-au așezat care încotro, există măcar un copac în care se află mai mult de un porumbel.

Acest fapt pare de ordinul evidenței și așa și este: pur și simplu sunt prea mulți porumbei și nu poate avea fiecare copacul lui. Dacă, într-adevăr, toată teoria s-ar fi rezumat doar la atât, atunci nu era deloc clar de ce ar fi acesta un lucru demn de a fi remarcat sau discutat. Dar, pentru a aprecia cum se cuvine principiul porumbeilor, trebuie să vedem care sunt câteva dintre lucrurile la care acesta ne poate fi util.

Să luăm, așadar, în considerare un element care nu pare, nici pe departe, așa de evident. Afirmația în sine este contrariantă, dar mai contrariant decât atât este demersul extrem de simplu căruia îi dă naștere principiul porumbeilor. Iată cum stau lucrurile: undeva în decursul ultimilor patru mii de ani au existat doi oameni în arborele tău genealogic – să-i desemnăm prin A și B – cu proprietatea că A a fost un strămoș al mamei lui B și, de asemenea, un strămoș al tatălui lui B. Arborele genealogic prezintă astfel o buclă prin care două ramuri care s-au despărțit în punctul B se reîntâlnesc în punctul A – cu alte cuvinte, există o pereche de strămoși în descendența ta care sunt rude de sânge, datorită acestui strămoș A, descoperit recent ca fiindu-le comun.

Trebuie menționate aici câteva aspecte. Mai întâi, că acea formă de adresare la persoana a doua singular din paragraful anterior desemnează un „tu" în carne și oase, și anume cititorul. Într-adevăr, una dintre caracteristicile interesante ale acestui fapt este că pot emite asemenea supoziții despre tine și strămoșii tăi cu toate că nu știu nici măcar cine ești tu. În al doilea rând, afirmația aceasta nu se bazează pe niciun fel de supoziții privind evoluția rasei umane sau transmutarea geografică a istoriei umanității. Iată mai jos, enumerate specific, cele câteva supoziții de care am nevoie:

1. Fiecare om are doi părinți biologici.
2. Nimeni nu mai face copii după vârsta de o sută de ani.
3. Rasa umană are o vechime de cel puțin patru mii de ani.
4. În ultimii patru mii de ani au trăit cel puțin un trilion de ființe umane. (Cea mai adecvată estimare a oamenilor de știință cu referire la punctul (4) este că în toată istoria omenirii au trăit aproximativ o sută de miliarde de ființe umane; o să ridic numărul acestora la un trilion doar ca măsură de precauție.)

Toate cele patru supoziții au fost gândite să fie pe cât de necontroversate posibil; și, chiar și așa, câteva excepții de la primele două

supoziții și o estimare chiar mai generoasă referitoare la ultimul punct ar impune o modificare doar minoră a argumentului ca atare.

Să revenim acum la tine și la strămoșii tăi. Să începem prin a-ți construi arborele genealogic întorcându-ne cu patruzeci de generații în timp: tu, părinții tăi, părinții lor, și tot așa, făcând patruzeci de pași în spate. Dat fiind că fiecare generație are o durată de existență de cel puțin o sută de ani, toate ultimele patruzeci de generații din arborele tău genealogic acoperă intervalul de timp al ultimilor patru mii de ani. (De fapt, este aproape sigur că existența lor a cuprins doar ultimii o mie sau o mie două sute de ani, dar nu uita că încercăm să nu lăsăm loc de controverse.)

Ne putem raporta la schema arborelui tău genealogic ca la un fel de „organigramă" care detaliază funcțiile sau pozițiile ce urmează să fie ocupate de angajații unei instituții. Altfel spus, cineva trebuie să fie mama, cineva trebuie să fie tata, altcineva trebuie să fie tatăl mamei tale și așa mai departe, mergând înapoi pe firul genealogic. Vom numi fiecare dintre aceste poziții „rolul fiecărui strămoș" – e ca un fel de job care există în structura genealogică și ne putem referi la el indiferent de persoana care l-a îndeplinit de drept. Prima generație din spatele tău cuprinde două roluri de strămoși corespunzătoare părinților tăi. A doua generație include patru roluri de acest fel aferente celor patru bunici ai tăi; cea de-a treia generație este formată din opt poziții genealogice corespunzătoare străbunicilor tăi. Fiecare nivel pe care-l parcurgi înapoi pe firul genealogic dublează, practic, numărul pozițiilor genealogice care se cer completate de cineva, astfel că, dacă mergi mai departe cu calculele, vei descoperi că, în urmă cu patruzeci de generații, au existat mai bine de un trilion de roluri genealogice care au necesitat un corespondent uman.

Iar în acest punct se impune intervenția principiului porumbeilor sau al sertarelor. Ultimele patruzeci de generații din arborele tău genealogic au viețuit în ultimii patru mii de ani și am stabilit deja că în acest interval de timp au trăit maximum un trilion de persoane. Există, așadar, mai multe roluri genealogice (peste un trilion) decât oameni care să le ofere un corespondent real propriu-zis (maximum un trilion).

Iar asta ne aduce în punctul esențial: cel puțin două poziții genealogice din arborele tău au fost ocupate de una și aceeași persoană. S-o desemnăm pe aceasta prin A.

Acum, că am identificat ce e cu A, am cam ajuns unde voiam. Începând de la cele două poziții diferite pe care acest A le-a ocupat în genealogia ta, să revenim pe structura arborelui genealogic până la tine. Aceste două trasee descendente din punctul A trebuie să se fi intersectat unul cu celălalt într-o poziție genealogică situată undeva mai jos în structura arborescentă și ocupată de o persoană B. Dat fiind că cele două trasee se intersectează pentru prima dată în punctul B, unul dintre ele vine pe filieră maternă, iar celălalt vine pe filieră paternă. Cu alte cuvinte, A este atât un strămoș al mamei lui B, cât și un strămoș al tatălui lui B, aceasta fiind concluzia la care am vrut să ajungem.

Dacă este să faci un pas în spate ca să înțelegi modul în care funcționează lucrurile, îți poți da seama de câteva aspecte. În primul rând și dintr-un anumit punct de vedere, e mai mult un fapt legat mai degrabă de simple structuri matematice decât de oameni. Luăm în vizor un arbore genealogic uriaș – al tău – și încercăm să-l încadrăm în ultimii patru mii de ani din istoria umanității. Este, evident, prea mare ca să se potrivească în context, astfel că unii oameni din structura lui trebuie să fi ocupat mai mult decât o singură poziție.

În al doilea rând, raționamentul acesta prezintă ceea ce matematicienilor le place să numească un aspect neconstructiv. Nu-ți oferă niciodată o rețetă propriu-zisă de identificare a persoanelor A și B din arborele tău genealogic; te-a convins că acestea trebuie să fi existat undeva acolo, dar nimic altceva.

Și nu în ultimul rând, îmi place să mă gândesc la el ca la o secvență tipică între formele de manifestare ale principiului porumbeilor și la toate celelalte raționamente de o forță discretă care punctează peisajul matematic, ca la o suită de detalii pe deplin înțelese care par adesea să se activeze chiar la momentul potrivit pentru ca, fără a exercita un efect vizibil, să poată să facă lumină într-o situație altfel destul de încâlcită.

DE CE AU PROGRAMELE VIRUȘI

MARTI HEARST

Informatician, University of California – Berkeley, School of Information; scriitor, *Search User Interfaces*

Chiar de la cele dintâi zile ale programării informatizate până în prezent, ne-am confruntat mereu cu realitatea nefericită că domeniul acesta nu știe cum să conceapă programe care să nu dea erori.

De ce nu putem lua în stăpânire conceperea de programe informatizate pentru a replica succesul din alte domenii ale ingineriei? Probabil că cel mai expresiv gânditor căruia îi putem pune această întrebare este Frederick Brooks, autorul lucrării *The Mythical Man-Month*[1]. (Dacă este să ținem cont de faptul că această carte cu un titlu neinspirat a fost publicată pentru prima dată în 1975, ne vine mai ușor să ignorăm limbajul sexist care îi scade valoarea; aspectele pe care Brooks le-a evidențiat acum 37 de ani[2] sunt, aproape toate, pertinente și astăzi, cu excepția faptului că toți programatorii sunt desemnați prin pronumele personal „el".)

[1] În limba română, titlul s-ar putea traduce ca *Miticul efort luni-om*, unde sintagma „luni-om" (*man-month* în original) se referă la timpul de lucru prestat de o persoană într-o lună calendaristică sau la echivalentul acestuia, folosit ca unitate de măsură pentru a determina volumul de muncă necesar pentru efectuarea sarcinilor aferente. (n. tr.)

[2] Cu referire la momentul elaborării cărții în original, în 2012 (n. tr.).

Referindu-se la bucuriile oferite de actul programării, Brooks consemnează următoarele:

> Programatorul, ca și poetul, își face treaba situându-se la o distanță infimă față de un demers reflexiv pur. El construiește castele în aer, din aer, acționând pe baza efortului imaginativ. Prea puține domenii creatoare sunt atât de flexibile, atât de ușor de rafinat și restructurat, atât de capabile să realizeze structuri conceptuale impresionante... Cu toate acestea, scrierea unui program, spre deosebire de versurile unui poet, este o acțiune reală, în sensul că se mișcă și funcționează, generând efecte vizibile separate de produsul în sine. Printează rezultatele, proiectează imagini, produce sunete, își mișcă brațele. Magia mitului și a legendei a devenit o realitate a timpului nostru.

Dar această magie nu scapă de împunsătura reversului medaliei:

> În cadrul multor activități creatoare, mediul de execuție ridică probleme. Cheresteaua se așchiază, vopseaua pătează, circuitele electrice se îndoaie. Aceste limitări fizice ale mediului impun constrângeri la nivelul ideilor care ar putea fi exprimate și presupun și dificultăți neașteptate de implementare.
>
> ...Programarea computerizată, însă, se folosește, în activitatea sa creatoare, de un mediu de lucru extrem de maleabil. Programatorul construiește pe baza demersului pur mental: este vorba despre concepte și de reprezentările foarte flexibile ale acestora. Dată fiind maleabilitatea mediului de lucru, ne așteptăm la puține impedimente în implementare; de unde și optimismul nostru debordant. Dat fiind faptul că ideile noastre sunt imperfecte, ne trezim cu viruși; de unde se poate deduce că optimismul nostru este nejustificat.

Așa cum există un număr incalculabil de mare de modalități de aranjare a cuvintelor într-un eseu, la fel se poate elabora o gamă uimitoare de programe diferite pentru a îndeplini aceeași funcție. Universul de

posibilități existente este mult prea larg, prea eliberat de constrângeri pentru a fi posibilă eliminarea tuturor erorilor.

Există și alte cauze constrângătoare pentru erorile de programare, cea mai importantă fiind complexitatea sistemelor independente care interacționează autonom cu inputuri imprevizibile, coordonate adesea de acțiuni omenești încă și mai imprevizibile interconectate la nivelul unei rețele globale. În ceea ce mă privește, însă, explicația elegantă are de-a face cu demersul mental care nu cunoaște opreliști.

MODELE ARTISTICE COMUNE

HANS-ULRICH OBRIST

Curator, Serpentine Gallery, Londra; scriitor, *Ai Weiwei Speaks*; coautor (împreună cu Rem Koolhaas), *Project Japan: Metabolism Talks*; editor, *A Brief History of Curating*

În domeniul artei, titlul unei opere poate constitui cea dintâi explicație a sa. Iar în acest context mă gândesc îndeosebi la titlurile operelor lui Gerhard Richter. În 2006, când l-am vizitat în studioul său din Cologne, tocmai finalizase un grup de șase picturi abstracte căruia i-a dat titlul *Cage*.

Se pot face multe corelații între tablourile lui Richter și compozițiile lui John Cage[1]. Într-o carte dedicată seriei *Cage*, Robert Storr a urmărit aceste corelații pornind de la participarea lui Richter la un spectacol al lui Cage din cadrul evenimentului Festum Fluxorum Fluxus din Düsseldorf, în 1963, până la analogiile care se pot stabili la nivelul procesului creator aferent fiecăruia dintre ei. Cage a folosit adesea tehnici

[1] John Milton Cage Jr. (5 septembrie 1912 – 12 august 1992) a fost compozitor, teoretician muzical, scriitor și artist american. Prin activitatea de pionierat în domeniul indeterminării în muzică, al muzicii electroacustice și al utilizării ieșite din tipar a instrumentelor muzicale, Cage s-a impus drept una dintre figurile proeminente ale avangardei muzicale postbelice (n. tr.).

ale hazardului în compozițiile sale, impunându-se, în acest sens, utilizarea sistemului I Ching. În reprezentările sale abstracte, Richter recurge și el, în mod voit, la efecte ale hazardului. În crearea unor asemenea tablouri, aplică uleiul pe pânză folosind o racletă de mari dimensiuni. Procedează la selecția culorilor pe racletă, dar urma propriu-zisă pe care o lasă vopseaua pe pânză este, în mare parte, rezultatul hazardului. Acest rezultat constituie, apoi, baza deciziilor lui Richter în ceea ce privește modul în care va proceda la nivelul următor. Și tocmai în acest demers de incluziune în operă a „hazardului controlat" poate fi descoperită similitudinea artistică dintre Cage și Richter. Pe lângă trimiterea pe care o face spre opera lui John Cage, titlul *Cage* al lui Richter prezintă și o posibilitate de asociere vizuală, dat fiind faptul că cele șase tablouri se impun printr-o înfățișare ermetică, aproape impenetrabilă. Titlul are, astfel, în vedere diferitele niveluri de semnificație.

Pe lângă tablourile abstracte ale lui Richter, analogiile cu compozițiile lui Cage se pot regăsi și în alte lucrări ale sale. Cartea mea preferată este *Patterns*, titlul său din 2011. Prezintă experimentul realizat de Richter de a prelua una dintre imaginile sale din *Abstract Paintings [CR: 724-4]* și de a o divide în dungi verticale: mai întâi la 2, apoi la 4, 8, 16, 32, 64, 128, 256, 512, 1024, 2048, ajungând până la 4 096 de dungi. Metoda în sine poate genera până la 8 190 de dungi. În decursul acestui proces, dungile respective se subțiază din ce în ce mai mult. Experimentul determină, ulterior, reflexia și repetarea dungilor, ceea ce generează o varietate de tipare. Rezultatul constă în 221 de tipare imprimate pe 246 de imagini, transpuse pe pagini duble. În *Patterns*, Richter a stabilit regulile exacte, dar nu a manipulat rezultatul, astfel că imaginile obținute reprezintă, din nou, o interacțiune a unui sistem bine definit cu hazardul.

Patterns constituie una dintre lucrările de artă semnificative pe care Richter le-a realizat în ultimii ani, alături de *Wald* (2008) sau *Ice* (1981), care cuprinde o dispunere specială de către artist a fotografiilor uimitoare ale unei călătorii a lui în Antarctica. Planul compozițional al acestor cărți este format din succesiuni ale diferitelor aranjamente ale fotografiilor, dar și din spații albe – asemenea unor pauze. Richter mi-a

dezvăluit faptul că această dispunere are de-a face cu muzica, cu Cage și cu tăcerea.

În 2007, Richter a proiectat un vitraliu boltit înalt de 20 de metri pentru transeptul de sud al Catedralei din Cologne. *Vitraliul Catedralei din Cologne* este format din 11 000 de colțare de sticlă lucrată manual, pictate în 72 de culori derivate din paleta reprezentărilor medievale originale care au fost distruse în timpul celui de-al Doilea Război Mondial. Jumătate din aceste colțare au fost dispuse cu ajutorul unui generator randomizat, cealaltă jumătate constituie imaginea în oglindă a celor dintâi. Încă o dată, se renunță astfel la control, într-o anumită măsură, ceea ce sugerează interesul lui Richter față de ideile lui Cage referitoare la intervenția hazardului și la supunerea voinței individuale față de forțe care îi scapă controlului personal. „Coincidențele nu pot fi decât utile", mi-a spus Richter, „pentru că au fost luate în calcul – ceea ce înseamnă că au fost fie eliminate, fie îngăduite, fie amplificate."

În Halberstadt a avut loc recent un spectacol cu piesa lui Cage „ORGAN²/ASLSP" (din 1987). ASLSP este abrevierea de la „as slow as possible"[1]. Cage nu a mai venit cu nicio precizare ulterioară privind această sugestie, astfel că fiecare interpretare a motivului muzical respectiv va fi diferită. Interpretarea propriu-zisă are nevoie de 639 de ani pentru a ajunge la capăt. Lentoarea compoziției lui Cage reprezintă un aspect esențial al epocii noastre. Odată cu procesul de globalizare și cu internetul, toate acțiunile au fost supuse unui fenomen de accelerare care nu mai lasă deloc timp pentru reflecția critică. Prezenta „Mișcare lentă" ne îndeamnă, astfel, să ne facem timp pentru luarea unor decizii chibzuite, în cadrul unui demers cu o culoare locală mai pregnantă. Ideea lentorii constituie unul dintre aspectele multiple care continuă să-i asigure lui Cage relevanța în cadrul secolului XXI.

Titlul succint al lucrărilor lui Richter, *Cage*, poate fi supus unei interpretări ample a reprezentărilor sale abstracte (de aici sau din cadrul altor opere ale lui), dar oricine își poate da seama că forma pe scurt

[1] „Pe cât de încet posibil" – în lb. engl. în orig. (n. tr.).

transmite deja totul. Titlul, asemenea explicației unui fenomen, reprezintă o cheie de interpretare a operelor, surprinzând relația acestora cu una dintre cele mai importante personalități culturale ale secolului XX, John Cage, care împărtășește cu Richter marile teme ale hazardului și incertitudinii.

ADEVĂRATA SIMETRIE DE ROTAȚIE A SPAȚIULUI

SETH LLOYD

Profesor de inginerie mecanică cuantică, MIT; scriitor, *Programming the Universe*

Explicația profundă, elegantă și frumoasă pe marginea simetriei de rotație a spațiului pe care o prezentăm în continuare îi aparține regretatului Sidney Coleman, așa cum a fost ea desfășurată la cursul său universitar de fizică de la Harvard. Această explicație capătă forma unei acțiuni fizice propriu-zise pe care și cititorii o pot întreprinde. Deși elegantă, explicația aceasta pare ciudată în decursul transpunerii ei verbale și la fel de ciudată de transpus în plan concret. S-ar putea să fie nevoie de mai multe repetiții ale sale. Așa că ridicați-vă și fiți gata să începeți: sunteți pe punctul de a experimenta, în mod profund și personal, adevărata simetrie de rotație a spațiului!

În esența lor, legile fizicii se bazează pe simetrii, iar simetria de rotație a spațiului constituie una dintre cele mai profunde simetrii în acest sens. Sfera este obiectul cel mai simetric din punctul de vedere al mișcării de rotație. Așa că luați o sferă, de forma unei mingi de fotbal sau de baschet, care are pe ea o marcă, un logotip, un cuvânt, inserate într-un anumit loc. Rotiți sfera aceasta în jurul oricărei axe: simetria de

rotație a spațiului presupune faptul că forma sferei rămâne aceeași în timpul mișcării de rotație. În plus, dacă sfera este marcată într-un fel sau altul și rotiți sfera cu 360 de grade, semnul respectiv va reveni în poziția inițială. Dați-i drumul; transpuneți totul în practică. Țineți mingea cu ambele mâini și rotiți-o cu 360 de grade până semnul de pe ea redevine vizibil.

Ați putea spune că nu-i nimic ciudat aici. Dar asta, din cauză că nu ați făcut încă demonstrația adevăratei simetrii de rotație a spațiului. Acest demers demonstrativ necesită niște mișcări ceva mai fanteziste. Țineți acum mingea cu o singură mână, cu palma în sus. Scopul este să rotiți sfera menținând poziția palmei orientată în sus. Asta-i ceva mai complicat, dar dacă a putut s-o facă Michael Jordan, sigur puteți și voi.

Iată mai jos care sunt pașii de parcurs.

Ținând palma în sus, rotiți mingea în interior, înspre corp. La 90 de grade, adică după un sfert dintr-o mișcare completă de rotație, mingea vă vine foarte bine sub braț.

Continuați s-o rotiți în aceeași direcție, cu palma în sus. La 180 de grade, adică după ce ați executat jumătate dintr-o mișcare de rotație, brațul vă stă lipit de partea dinapoi a corpului pentru a menține mingea în căușul palmei.

Pe măsură ce continuați s-o rotiți îndreptându-vă spre un unghi de 270 de grade, adică după executarea a trei sferturi din mișcarea de rotație, brațul vă va ieși în mod ciudat în afara corpului, cu mingea aflându-se într-o poziție precară deasupra.

În acest punct se poate întâmpla să aveți senzația că vă este imposibil să parcurgeți ultimul unghi de 90 de grade pentru a finaliza mișcarea de rotație. Dacă vă străduiți s-o faceți, însă, veți descoperi că puteți continua să învârtiți mingea menținând palma în sus dacă vă ridicați brațul și vă îndoiți cotul, astfel încât antebrațul să vă fie îndreptat înainte. Mingea s-a rotit acum la 360 de grade – adică a executat o mișcare completă de rotație. Dacă ați procedat însă respectând instrucțiunile, ar trebui să aveți brațul îndoit într-o poziție extrem de dureroasă și la fel de ciudată.

Pentru a scăpa de durere, continuați mișcarea de rotație cu încă 90 de grade, adică executați încă un sfert din ea, ținându-vă mereu palma în sus. Mingea ar trebui să vă vină acum deasupra capului, iar tensiunea dureroasă din umăr ar trebui să se mai diminueze oarecum.

În cele din urmă, asemenea unui chelner care intră cu tava cu ceea ce s-ar putea numi *la pièce de resistance*, continuați să executați mișcarea pentru a parcurge și celelalte trei sferturi ale rotației sale, sfârșind prin a vă aduce și mingea, și brațul (ce ușurare!) înapoi în poziția inițială.

Dacă ați reușit să parcurgeți acești pași corect și fără prea multe neplăceri de ordin fizic, veți descoperi că traiectoria mingii a descris o mișcare în spațiu de forma cifrei opt răsucite sau a semnului infinitului (∞) și că a executat nu doar o singură rotație, ci două. Adevărata simetrie a spațiului constă nu într-o rotație de 360 de grade, ci într-una de 720 de grade.

Deși este posibil ca acest exercițiu să nu pară altceva decât o mișcare fantezistă și dureroasă de baschet, faptul că adevărata simetrie a spațiului constă în două mișcări de rotație, nu într-una singură, prezintă consecințe profunde pentru universul fizic considerat la nivel microscopic. Asta presupune implicit că „mingile", adică electronii, legate de un punct îndepărtat prin „corzi" flexibile și maleabile, adică liniile de câmp magnetic, trebuie să execute o mișcare dublă de rotație pentru a reveni la configurația inițială. Împingând lucrurile și mai departe, caracterul de dublă rotație al simetriei sferice implică faptul că doi electroni, rotindu-se, ambii, în aceeași direcție, nu se pot afla în același loc, în același timp. Acest principiu al excluderii subliniază, la rândul său, stabilitatea materiei create. Dacă adevărata simetrie a spațiului ar fi presupus executarea unei singure mișcări de rotație, atunci toți atomii din structura organismului s-ar prăbuși în neant într-o fracțiune de secundă. Din fericire însă, adevărata simetrie a spațiului constă într-o mișcare dublă de rotație, ceea ce face ca atomii noștri să fie stabili, un lucru care, iată!, ar trebui să vă consoleze în timp ce vă oblojiți umărul.

PRINCIPIUL PORUMBEILOR SAU AL SERTARELOR REVIZUIT

CHARLES SEIFE

Profesor de jurnalism, New York University; fost redactor, *Science*; scriitor, Proofiness: *The Dark Arts of Mathematical Deception*

Uneori, până și simplul fapt de a număra poate transmite o semnificație profundă. Într-o zi de la sfârșitul anilor 1990, în perioada în care eram corespondent la revista *New Scientist*, am primit un email de la un agent publicitar entuziast cu privire la un software extraordinar. Era vorba despre un program revoluționar de compresie de date atât de eficient, că ar fi putut comprima fiecare fișier digital cu până la 95% sau chiar mai mult, fără a pierde niciun bit de informație. Așadar, n-ar fi interesată revista la care lucrez să beneficieze de șansa de a-i prezenta lumii programul computerizat care ar face ca hardurile să poată cuprinde cu până la douăzeci de ori mai multe informații decât înainte?

Nu, revista n-ar fi interesată.

Nu e posibil să existe un asemenea algoritm de compresie; ar constitui echivalentul algoritmic al unui dispozitiv de tip *perpetuum mobile*. Softul respectiv era o escrocherie. Motivul: principiul porumbeilor sau al sertarelor.

Principiul porumbeilor este un simplu argument de calcul. Susține că, dacă ai *n* porumbei și reușești să-i înghesui în mai puțin de *n* cutii, atunci măcar una dintre cutii trebuie să conțină mai mult de un porumbel. Așa de simplist precum pare, principiul constituie un instrument valid. Să ne imaginăm, de pildă, că software-ul de compresie chiar ar fi funcționat conform reclamei și că fiecare fișier ar fi putut fi comprimat de până la douăzeci de ori dimensiunea sa, fără nicio pierdere la nivelul fidelității datelor. Fiecare fișier de 2 000 de biți ar fi redus, astfel, până la 100 de biți, iar apoi, odată cu retroversiunea procedeului, acesta ar putea reveni nealterat la forma inițială.

Când vrem să comprimăm fișiere, ne lovim de principiul porumbeilor sau al sertarelor. Există mai mult de 2 000 de porumbei (2^{2000}, mai exact) pentru 100 de cutii (2^{100}). Dacă ar fi posibil un algoritm de compresie al primului element în cel de-al doilea, cel puțin una dintre cutii ar trebui să conțină mai mulți porumbei. Luați cutia cu pricina – similară unui fișier de 100 de biți – și răsturnați algoritmul, readucând fișierul la forma sa inițială de 2 000 de biți. Nu puteți face asta! Dat fiind că există nenumărate fișiere de 2 000 de biți care au fost înghesuite, toate, în același fișier de 100 de biți, algoritmul nu dispune de niciun mijloc de a descoperi care anume este originalul, deci nu este posibilă retroversiunea compresiei.

Principiul porumbeilor impune o limită absolută pentru ceea ce poate realiza un algoritm de compresie. Poate comprima anumite fișiere, uneori în mod semnificativ, dar nu le poate comprima pe toate – cel puțin nu dacă țineți la fidelitatea absolută a datelor.

Argumente matematice similare acestuia ne-au deschis domenii cu totul noi de cercetare. Matematicianul german Georg Cantor a recurs la un fel de tehnică răsturnată a principiului porumbeilor pentru a demonstra imposibilitatea de a amplasa numere reale în cutii etichetate ca unități sau numere întregi – deși există un număr infinit de numere întregi. Consecința aproape imposibil de gândit era că există mai multe niveluri ale infinitului. Infinitul numerelor întregi este pus în umbră de către infinitul numerelor reale, care, la rândul său, este

pus în umbră de către un alt infinit, apoi de un altul care intervine peste cel din urmă... ca un infinit de infinituri, toate, neexplorabile până ce nu învățăm cum putem să le numărăm.

Faptul de a supune principiul porumbeilor unei analize profunde prezintă consecințe încă și mai stranii. Un principiu din fizică, al graniței holografice, implică faptul că, într-un volum infinit de spațiu, există doar un număr finit de posibile configurații ale materiei și energiei. Dacă, așa cum au cosmologii tendința de a crede, universul este infinit, există în spațiu un număr infinit de volume de mărimea-universului-vizibil – asemenea unor bule enorme de mărimea cosmosului, care conțin materie și energie. Iar dacă spațiul este mai mult sau mai puțin omogen, atunci nu se poate susține nimic deosebit cu privire la bula de mărimea cosmosului în care trăim noi. Aceste supoziții, considerate împreună, conduc spre o concluzie uimitoare. Bule infinite de mărimea universului, conținând fiecare doar un număr finit de configurații de materie și energie, dau naștere la ideea că în spațiu nu există doar o copie fidelă a universului nostru – și implicit a Pământului; versiunea transfinită a principiului porumbeilor susține faptul că există un număr infinit de copii ale fiecărui („al aproape fiecărui", din punct de vedere tehnic, ceea ce denotă o definiție matematică exactă) univers posibil. Nu doar că există copii infinite ale fiecărui individ pe alternative infinite ale Pământului, dar există și copii infinite ale nenumăratelor variațiuni posibile la temă: variațiuni ale unui individ cu o coadă prehensilă, variațiuni ale unui individ cu mai multe capete, variațiuni ale unui individ care a făcut carieră din a jongla cu animale carnivore de mărimea unui iepure în schimbul unor bijuterii. Chiar și faptul extrem de simplu de a număra până la trei vă poate duce în sfere ciudate și neașteptate.

LEGEA LUI MOORE

RODNEY A. BROOKS

Robotician; profesor emerit de robotică cu distincție Panasonic, MIT; fondator, președinte & CTO, Heartland Robotics, Inc.; scriitor, *Flesh and Machines: How Robots Will Change Us*

Legea lui Moore a plecat de la un articol de revistă, de patru pagini, din 1965, scris de Gordon Moore, aflat atunci la Fairchild Semiconductor, pentru a deveni ulterior unul dintre fondatorii Intel. În cuprinsul articolului, autorul previziona că numărul de componente ale unui singur circuit integrat va crește de la aproximativ 2^6 componente, atunci, la 2^{16} în următorii zece ani – ceea ce însemna că numărul respectivelor componente se va dubla anual. Și-a întemeiat predicția pe patru puncte de date empirice și pe un punct de date nul, trasând pe un grafic o linie dreaptă pentru a reprezenta algoritmul numărului de componente de pe un singur cip în cadrele unei scale lineare de ani calendaristici. Intel a modificat ulterior legea lui Moore conform ideii că „numărul tranzistorilor de pe un cip se dublează, aproximativ, la fiecare doi ani".

Legea lui Moore este considerată, pe drept cuvânt, motorul fundamental al revoluției specifice tehnologiei informației din lumea noastră, care a avut loc în ultimii cincizeci de ani. Dublarea numărului de

tranzistori la intervale de timp atât de scurte a făcut computerele să devină de două ori mai puternice la același preț, a crescut de două ori cantitatea de date pe care le pot stoca sau prelucra, le-a făcut de două ori mai rapide, le-a făcut mai mici, le-a făcut mai ieftine și le-a perfecționat, în ansamblu, în toate modurile posibile cu o rată de înmulțire la doi într-un interval de timp susținut.

Dar de ce se întâmplă asta? În fond, autovehiculele nu se conformează legii lui Moore; nici producția de baterii n-o face, nici aceea de îmbrăcăminte, nici producția alimentară, nici nivelul discursului politic. Toate aceste domenii, cu excepția ultimului menționat, au cunoscut o îmbunătățire sub influența legii lui Moore, dar niciunul nu a manifestat același ritm alert de perfecționare.

Cea mai elegantă explicație pentru validitatea legii lui Moore constă în faptul că logica digitală are, în întregime, de-a face cu o abstracție – în fapt, cu o abstracție minoră, cu un răspuns de tip da sau nu la o întrebare – iar abstracția respectivă este independentă de universul realităților fizice.

Într-o lume formată în întregime din grămezi de nisip roșu și grămezi de nisip verde, dimensiunea grămezilor este irelevantă. Fiecare grămadă este fie roșie, fie verde și, chiar dacă o înjumătățești, rămâi tot cu o grămadă de nisip roșu sau cu o grămadă de nisip verde. Și poți să o înjumătățești din nou, și din nou, și tot așa, abstracția se perpetuează. Iar înjumătățirea repetată într-un ritm constant se transformă într-un factor exponențial.

Acesta este motivul pentru care legea lui Moore funcționează în cazul tehnologiei digitale, dar nu funcționează în cazul tehnologiilor care implică energie fizică, sau materie ca atare, sau care trebuie să manipuleze anumite cantități de energie. Tehnologia digitală folosește fizica pentru a perpetua o abstracție, și nimic altceva.

Se impun, aici, câteva avertismente:

decât a celor digitale, integrate, subliniind că, prin natura lor, „asemenea elemente necesită stocarea de energie sub forma unui volum" și că volumul respectiv este imperios mare.

2. Chiar contează să ai de-a face cu grămezi care conțin doar un fir de nisip, apoi tehnologia ajunge să avanseze și constați că trebuie să folosești o nouă proprietate fizică pentru a defini o abstracție. Asemenea salturi tehnologice au avut loc iar și iar în demersul de perpetuare a legii lui Moore în ultimii aproape cincizeci de ani.
3. Ideea aceasta nu oferă o explicație pentru sociologia implementării legii lui Moore sau pentru factorul determinant al constantei de timp a procesului de dublare, dar explică în mod precis că elementele exponențiale sunt posibile în acest domeniu.

COMPLEXITATEA COSMICĂ

JOHN C. MATHER

Astrofizician senior, Observational Cosmology Laboratory, NASA's Goddard Space Center; coautor (împreună cu John Boslough), *The Very First Light*

Ce anume validează extraordinara complexitate a universului observabil, pe toate palierele sale, de la quarcuri la universul dinamic? Explicația mea preferată (pe care sigur n-am inventat-o eu) este că legile fundamentale ale fizicii generează instabilitate naturală, energie, flux și haos. Unii numesc rezultatul acestui proces Forța Vieții, alții observă că Pământul este el însuși un sistem însuflețit (Gaia, „o cățea nenorocită", potrivit regretatei Lynn Margulis[1]), iar alții au ajuns la concluzia că această complexitate care se poate lesne observa necesită o explicație supranaturală (de care nu ducem deloc lipsă). Doar că tatăl meu a fost statistician (la o fermă de vaci) și el mi-a povestit, încă de când eram foarte mic, despre celule, și gene, și evoluție, și hazard. Așa se face că un om de știință trebuie să caute explicația modului în care legile naturale și statistica ne-au condus spre o formă conștientă de

[1] Lynn Margulis (1938–2011), teoreticiană evoluționistă, autoare de lucrări științifice sau de popularizare a științei, cu activitate inovatoare în domeniul susținerii semnificației procesului de simbioză în biologie. A fost și prima soție a lui Carl Sagan (1957–1965) (n. tr.).

existență. Și explicația faptului că evenimentele aparent improbabile se întâmplă în permanență.

Ei bine, fizicienii pot veni cu nenumărate exemple referitoare la instabilitatea naturală, prin care se eliberează energie pentru a genera permutări dinspre simplitate înspre complexitate. Unul dintre cele mai comune exemple are în vedere apa care se evaporă mai jos de punctul de îngheț și produce fulgii de zăpadă, dintre care nu există doi la fel, dar toți sunt complecși și frumoși. Asistăm des la acest fenomen, așa că nu ne mai ia prin surprindere. Dar fizicienii au constatat atât de multe asemenea transformări de la o structură la alta (pe care le numim tranziții de fază) că Premiul Nobel din 1992 a ajuns să fie acordat pentru înțelegerea logicii matematice a trăsăturilor lor comune.

Ne vom referi, în cele ce urmează, la câteva exemple privind modul în care legile naturii generează instabilitățile care ne susțin existența. Big Bang (ce denumire necuprinzătoare!), mai întâi, constituie, se pare, rezultatul unei instabilități prin care „falsul vid" a ajuns la forma ultimă a vidului obișnuit pe care-l cunoaștem astăzi, plus cele mai elementare particule pe care le știm, quarcurile și leptonii. Astfel, universul în totalitate a apărut dintr-o instabilitate. S-au produs, apoi, o mare expansiune și o mare răcire, iar quarcurile libere, și ele instabile, s-au strâns laolaltă pentru a forma mai puțin elementarele particule de astăzi, protonii și neutronii, eliberând o cantitate redusă de energie și generând un fenomen de complexitate. În etapa următoare, universul în expansiune a fost din nou supus unui proces de răcire, iar neutronii și protonii, care nu mai erau despărțiți unii de alții prin temperaturi foarte ridicate, au căpătat un caracter instabil și au format nucleii de heliu. A urmat o nouă fază de răcire, iar nucleii atomici și electronii nu au mai putut fi ținuți departe unii de alții și astfel universul a ajuns să fie transparent. Iarăși s-a produs o etapă de răcire și a început să se contureze următoarea instabilitate: gravitația a adus laolaltă formele materiei de la distanțe cosmice pentru a forma stelele și galaxiile. Această instabilitate este descrisă prin sintagma unei „capacități de încălzire negative", dat fiind că extragerea energiei dintr-un sistem supus forței gravitaționale face

ca temperatura acestuia să crească – și cu siguranță că a doua lege a termodinamicii nu intră în discuție aici. (Aceasta este versiunea pe care o propun fizicienii pentru ceea ce e. e. cummings a numit „miracolul care ține la distanță stelele".) Mai departe, o altă instabilitate a constat în faptul că nucleii de hidrogen și heliu au fuzionat pentru a elibera energie, astfel încât stelele să poată străluci miliarde și miliarde de ani. După care, atunci când sursa de energie ajunge la capăt, stelele devin instabile și explodează pentru a-și elibera în spațiu propriile elemente chimice. Și datorită acestui fapt, pe unele planete cum ar fi Pământul, fluxul constant de energie susține dezvoltarea unor instabilități suplimentare și a tot felul de tipare foarte complexe. Instabilitatea gravitațională împinge elementele cu cea mai mare densitate spre centrul Pământului, lăsând la suprafață o peliculă fină de apă și aer și făcând ca în interior să existe un clocot permanent, pe măsură ce căldura se propagă în afară. Iar căldura primită de la soare, în cea mai mare parte în preajma Ecuatorului, și care se răspândește către cei doi poli, susține circulația atmosferică și oceanică atât de complexă.

Prin urmare, date fiind toate cele spuse mai sus, Pământul ca formă fizică de viață este plin de tot felul de laboratoare chimice, ba concentrând elemente, ba amestecându-le, crescând și scăzând temperaturile, experimentând în permanență evenimente imprevizibile, care pot genera noi instabilități. Și cel puțin una dintre ele s-a constituit în noul experiment numit Viață. Acum, că știm că există cel puțin tot atâtea planete câte stele există, ne este greu să ne imaginăm că neîntrerupta stare de experimentare a naturii nu ar fi capabilă să producă Viață și în alte părți – dar încă nu suntem siguri de asta.

Iar Viața s-a perpetuat pentru a genera noi instabilități, cunoscând o evoluție constantă, cu forme de viață într-o diversitate extraordinară de medii, producând transformări la nivelul de ansamblu al mediului înconjurător, trecând prin cicluri de expansiune și extindere, cu prădători pentru toate tipurile posibile de pradă, cu infractori pentru toate tipurile posibile de infracțiune, cu forme de guvernare desemnate să le țină pe toate sub control și cu forme de instabilitate la nivelul guvernelor însele.

Una dintre instabilitățile amintite constă în faptul că oamenii necesită noi arme și noi produse, de toate felurile, ceea ce impune investiții considerabile în știință și tehnologie. Așa se face că universul natural/uman de competitivitate și luptă este astfel structurat încât să conducă spre crearea unor forme avansate de armament și telefonie mobilă. Și iată-ne ajunși astfel în 2012[1], cu oameni care scriu eseuri și care se întreabă dacă nu cumva urmașii lor vor fi forme de viață artificială care vor călători înapoi în timp și spațiu. Și care meditează la sursele acestor forțe ale naturii care au dat naștere la tot ce există. Fizicianul teoretician olandez Erik Verlinde a susținut că gravitația, singura forță care a rezistat, până acum, eforturilor noastre de a o descrie minuțios, nu este nici măcar o forță fundamentală, ci constituie ea însăși o forță statistică, asemenea osmozei.

Ce întorsătură uimitoare a evenimentelor! Doar că, așa cum am spus deja, asta nu mă surprinde absolut deloc.

[1] Momentul scrierii cărții. (n. tr.)

IPOTEZA GAIA

SCOTT SAMPSON

Paleontolog specializat în dinozauri și eseist pe subiecte științifice; scriitor, *Dinosaur Odyssey: Fossil Threads in the Web of Life*

În ceea ce mă privește, consider că cea mai profundă și mai frumoasă explicație este ipoteza Gaia, și anume ideea potrivit căreia procesele fizice și biologice se întrețes inextricabil pentru a se constitui într-un sistem care se autoreglează. Noțiunea în cauză – concepută inițial în 1965 de către chimistul James Lovelock și elaborată ulterior de către microbiologul Lynn Margulis – susține că aerul (atmosfera), apa (hidrosfera), Pământul (geosfera) și viața (biosfera) interacționează pentru a forma un sistem unic aflat în plin proces evolutiv și capabil să perpetueze condițiile de mediu indispensabile vieții. Lovelock a emis inițial ipoteza Gaia pentru a explica modul în care viața de pe Pământ s-a menținut timp de patru miliarde de ani în ciuda creșterii cu treizeci de procente a intensității temperaturii solare în tot acest interval de timp.

Dar cum anume funcționează Gaia? Lovelock și Margulis au demonstrat că, în absența unui sistem de comandă-și-control conștient, Gaia recurge la volute de feedback pentru a detecta și ajusta parametrii fundamentali legați de mediul ambiant. Să ne gândim la oxigen, un produs secundar al vieții, puternic reactiv, generat și reînnoit continuu de către

algele și plantele fotosintetice. Concentrația actuală de oxigen din atmosferă este de aproximativ douăzeci și unu de procente. Dacă aceasta ar scădea cu numai câteva puncte, formele de viață pentru care procesul de respirație a aerului este vital nu ar putea supraviețui; dacă ar crește cu câteva puncte, ecosistemele terestre ar deveni combustibile în exces, predispuse la dispariție. Potrivit ipotezei Gaia, organismele producătoare de oxigen au folosit volutele de feedback pentru a menține concentrația de oxigen din atmosferă între aceste limite destul de înguste timp de sute de milioane de ani.

Argumente similare, susținute de un volum crescând al demersurilor de cercetare, pot fi aduse în sprijinul altor elemente constituente din atmosferă, ca și pentru temperatura suprafeței globale, pentru salinitatea oceanelor și în cazul altor măsurători de mediu fundamentale. Deși ipoteza Gaia scoate în evidență raportul de cooperare de la nivelul biosferei, cercetătorii pot veni cu dovezi pentru nenumărate exemple care să probeze cum cooperarea dintr-un plan de viață poate genera fenomene de competiție și selecție naturală în ceea ce privește planurile inferioare de existență. Criticată inițial de oamenii de știință recunoscuți ca fiind doar o idee nefondată de tip New Age, conceptul radical introdus de Lovelock a devenit treptat parte integrantă a terminologiei științifice, iar elementele sale fundamentale sunt prezentate acum prin sintagma „științei sistemelor Pământului". O idee binevenită rezultând, cel puțin parțial, din cercetarea de tip Gaia este aceea potrivit căreia complexitatea sistemului de asigurare a hranei, incluzându-se aici diversitatea speciilor superioare, manifestă tendința de a potența stabilitatea ecologică și climatică.

Astfel, în timp ce Pământul ar putea beneficia de pe urma unui spațiu de tip zona Goldilocks[1] – situată nici prea aproape, nici prea departe de soare – succesul extrem de care se bucură viața pe acest „palid punct

[1] Principiul Goldilocks afirmă că ceva trebuie să se încadreze între anumite limite, în opoziție cu atingerea extremelor. Principiul Goldilocks provine dintr-un basm publicat inițial în 1837, *Goldilocks și cei trei urși*, scris de Robert Southey, în care o fetiță găsește o casă unde locuiesc trei urși. Fiecare urs are propriile alimente, propriul pat etc. După ce a testat obiectele aflate în proprietatea fiecăruia dintre urși, Goldilocks a stabilit că lucrurile unuia

albastru" nu poate fi atribuit exclusiv norocului. Viața a avut ea însăși o contribuție majoră în a-și asigura continuitatea.

Comunitatea oamenilor de știință nu a îmbrățișat încă în totalitate ipoteza Gaia. Și trebuie să recunoaștem că, în ceea ce privește capacitatea sa explicativă, ideea în sine rămâne incompletă. Revelațiile pe care Gaia le face posibile sunt, incontestabil, profunde și frumoase, unificând totalitatea biosferei și a proceselor de la suprafața Terrei într-un sistem unic, emergent și capabil de autoreglare. Dar această idee trebuie să probeze și cea de-a treia piatră de temelie, așa cum este ea definită de întrebarea *Edge* de anul acesta[1]: eleganța. Ipotezei Gaia îi lipsește precizia matematică a formulei lui Einstein, $e = mc^2$. Nu s-a propus încă nicio teorie integratoare a Pământului și vieții care să explice de ce viața se stabilizează mai mult decât se destabilizează.

Biologul evoluționist W. D. Hamilton a comparat odată revelațiile lui Lovelock cu cele ale lui Copernic, precizând că încă îl așteptăm pe acel Newton care să definească legile acestei relații grandioase, aparent imposibile. Hamilton însuși s-a implicat profund în demersul de aflare a unui răspuns la această întrebare, dezvoltând un model computerizat care a dovedit modalitatea în care stabilitatea și productivitatea se pot susține reciproc într-un proces de creștere a lor. Dacă nu ar fi decedat prematur, poate s-ar fi afirmat ca acel atât de așteptat Newton al zilelor noastre.

Implicațiile culturale ale ipotezei Gaia constituie, mai departe, subiectul multor dezbateri. Se pare că implicația cea mai profundă a ideii lui Lovelock este cea potrivit căreia Pământul în ansamblu prezintă multe dintre calitățile unui organism viu. Dar oare Gaia chiar este o ființă vie, înrudită cu o singură formă de viață, sau este mai potrivit să o concepem în termenii unui ecosistem de mărimea unei planete? Lynn Margulis a pledat puternic (și convingător, dacă mă întrebați pe mine)

---

dintre urși au fost la o extremă (prea calde, prea mari etc.), ale altuia, la cealaltă extremă (prea reci, prea mici etc.), doar lucrurile celui de-al treilea fiind exact așa cum trebuie. (n. tr.)

[1] Cu referire la 2012, anul scrierii cărții (n. tr.).

în favoarea celei de-a doua ipoteze. Margulis, a cărei operă a revoluționat biologia evoluționistă în planul realităților vaste, dar și al acelora infime, a murit anul trecut. Rămânând fidelă renumelui de om de știință incomod, aceasta a afirmat la un moment dat: „Gaia este o cățea nenorocită – un sistem care a funcționat fără oameni timp de mai bine de trei miliarde de ani. Suprafața acestei planete, ca și atmosfera și mediul său ambiant își vor continua evoluția și la mult timp după ce oamenii și prejudecățile lor vor fi dispărut."

Fără a fi în dezacord cu această afirmație radicală, găsesc în raționamentul de tip Gaia o sursă apreciabilă de inspirație. Aș merge, într-adevăr, atât de departe încât să sugerez că ideea aceasta poate contribui la modificarea percepției umane asupra naturii. Dintr-o perspectivă modernă, universul natural nu este cu nimic mai mult decât o colecție de resurse practic infinite, aflate la dispoziția demersurilor umane de exploatare a lor. Filtrul de tip Gaia ne încurajează să ne imaginăm natura terestră ca pe un întreg interdependent, finit, din care am evoluat și în care rămânem pe deplin înrădăcinați. Iată, așadar, o perspectivă profundă și frumoasă, aflată într-o nevoie disperată de propagare la scară largă.

ECUAȚIILE CONTINUITĂȚII

LAURENCE C. SMITH

Profesor de geografie, UCLA; scriitor, *The World in 2050*

Iată ceva ce vă este deja cunoscut – cel puțin într-o formă anecdotică. Aproape toată lumea a auzit de legea conservării masei (uneori cuvântul „masă" fiind înlocuit de „materie") și probabil că și de corolarul ei, de legea conservării energiei. Aceste legi susțin că, în cazul fenomenelor practice, reale (adică relativitatea non-cuantică, non-generală), materia și energia nu pot fi niciodată create sau distruse, ele sunt doar interschimbabile. Acest concept își are originile cel puțin la fel de vechi ca gândirea Greciei antice, a fost elaborat oficial în secolul al XVIII-lea (constituindu-se într-un progres semnificativ pentru chimia modernă), iar astăzi sprijină, practic, fiecare aspect al științelor fizicii, vieții și naturii. Conservarea masei (sau materiei) reprezintă elementul care a invalidat, până la urmă, visul alchimiștilor de a scoate aur din plumb; conservarea energiei este elementul care conferă forță extraordinară toiagului de vrăjitor, spre delectarea cohortelor de fani ai *Stăpânului inelelor*.

Ecuațiile continuității împing cu un pas mai departe aceste legi prin aceea că vin cu formulări matematice explicite care urmăresc stocarea și/sau transferurile de masă (continuitatea masei) și de energie

(continuitatea energiei) de la un compartiment sau stadiu la altul. Ca atare, ele nu se constituie într-o singură pereche de ecuații, ci pot fi elaborate într-o diversitate de forme, de la unele foarte simple la altele foarte complexe, pentru a reprezenta în mod optim fenomenul fizic pe care ar trebui să-l descrie. Formele cele mai elegante care fac obiectul adorației matematicienilor și fizicienilor vin cu detalii rafinate și sunt, prin urmare, cele mai complexe. Un exemplu clasic îl constituie setul de ecuații Navier-Stokes – numite uneori și ecuațiile Saint-Venant – folosit pentru a facilita înțelegerea mișcărilor și accelerațiilor fluidelor. Frumusețea setului Navier-Stokes rezidă în partiționarea și detectarea explicită a masei, energiei și impulsului mecanic în timp și spațiu. Oricum ar sta lucrurile, în practică aceste detalii fac ca respectivele ecuații să devină dificil de soluționat, necesitând fie forță de calcul considerabilă, fie simplificarea prezumțiilor făcute pe marginea ecuațiilor ca atare.

Dar forța ecuațiilor continuității nu se limitează la formele lor complexe, de înțeles doar pentru matematicieni și fizicieni. Un silvicultor, de pildă, poate recurge la o variantă simplificată a ecuațiilor continuității, la așa-numitul bilanț masic, pentru a-și analiza pădurea, adăugând numărul, dimensiunea și densitatea copacilor, determinând rata de apariție a puieților, apoi scăzând rata de mortalitate a copacilor și numărul camioanelor de lemn tăiat, pentru a afla dacă conținutul de ansamblu al pădurii (biomasa acesteia) este în creștere, în scădere sau stabil. Inginerii din industria automobilelor folosesc în mod regulat ecuațiile de bază ale echilibrului energetic atunci când proiectează, de pildă, un model hibrid de autoturism electric, de recaptare a energiei cinetice de la sistemul de frânare. Nicio parte a energiei nu este cu adevărat generată sau distrusă, ci este doar recaptată – în acest caz, pornindu-se de la un motor de combustie, care a obținut-o după ce a înlăturat mai vechile conexiuni chimice, care au obținut-o plecând de la reacțiile de fotosinteză, care și-au luat-o de la soare. Orice fărâmă de energie care nu este recaptată de la motorul de frânare nu este propriu-zis risipită,

firește, ci dimpotrivă, transferată în atmosferă sub formă de energie termică la o temperatură scăzută.

Supoziția de bază din spatele acestor legi și ecuații este aceea potrivit căreia masa și energia sunt conservate în interiorul unui sistem închis. În principiu, modelul hibrid de autoturism electric satisface ideea continuității energetice doar dacă procesul de consum este consecvent de la început (reprezentat de soare) până la sfârșit (eliminarea energiei în atmosferă). Este vorba despre un calcul dificil, astfel încât procesul respectiv e adesea perceput ca un sistem deschis. Metalele utilizate pentru construirea mașinii corespund continuității masei doar dacă se pornește de la faza de minereuri pentru a se ajunge la aceea a depozitului de deșeuri. Acest demers este mai fezabil, iar o asemenea prelucrare a resurselor de la un capăt la altul – o prioritate vitală pentru mulți ecologiști – e astfel mai compatibilă cu legile naturale decât modelul economic pe care ne bazăm în prezent, care are tendința de a se raporta la astfel de fluxuri ale resurselor ca la niște sisteme deschise.

Asemenea unei mașini, și planeta noastră este, din punct de vedere practic, un sistem deschis, în ceea ce privește resursele energetice, și un sistem închis, în ceea ce privește masa. (Deși Pământul continuă să fie bombardat de meteoriți, impactul acestora este acum suficient de redus cât să poată fi ignorat.) Primul dintre cele două sisteme face posibilă viața: fără infuzia constantă de energie reînnoită, externă, venită de la soare, viața, așa cum o cunoaștem în prezent, ar dispărea rapid. Este necesară o sursă externă pentru că, deși energia nu poate fi distrusă, aceasta este supusă constant unui proces de degradare a sa la nivelul unor forme mai slabe, mai puțin utile, potrivit celei de-a doua legi a termodinamicii. (Să presupunem că sistemul de frânare al motorului hibrid pentru mașina electrică este acoperit cu o folie de protecție – în acest caz, căldura pe care o degajă nu prea mai este utilă pentru nimeni.) Caracterul deschis al acestui sistem funcționează ambivalent, pentru că și Pământul degajă în spațiu energie termică în infraroșu. Radiațiile acesteia sunt invizibile pentru ochiul uman, dar, pentru sateliții înzestrați cu capacitatea de „vizualizare" în acest spectru

electromagnetic, Pământul e ca o sferă puternic strălucitoare, asemănătoare în mare parte cu Soarele.

Este interesant faptul că dihotomia aceasta închis/deschis constituie încă un motiv pentru care legile fizice ale schimbărilor climatice rămân inatacabile. Arzând combustibili fosili, disipăm (masa de) carbon din planul subterestru – unde, practic, nu interacționează deloc cu echilibrul energetic al planetei – în atmosferă, unde are acest efect. Se înțelege de la sine că prezența carbonului în atmosferă perturbă echilibrul energetic al planetei; legile fizice ale acestui proces sunt cunoscute încă din 1893, datorită chimistului suedez Svante Arrhenius. Fără gazele bazate pe carbon și alte efecte de seră, planeta noastră ar fi asemenea unei roci muribunde, acoperite de gheață. Gazele cu efect de seră împiedică asta alterând selectiv echilibrul energetic al planetei din troposferă, reprezentată de ultimii câțiva kilometri din atmosferă, unde rezidă marea majoritate a gazelor sale – amplificând, astfel, volumul radiației termice în infraroșu pe care o emite Pământul. Deoarece o parte din această energie se degajă în jos spre Pământ în aceeași măsură ca și în spațiu, partea inferioară a troposferei se încălzește pentru a menține echilibrul energetic. Principiul continuității energiei impune asta.

În orice caz, atomii de carbon ai planetei rămân aici cu noi pentru totdeauna – continuitatea masei impune și așa ceva. Întrebarea este ce opțiuni avem pentru a-i disipa masiv și eficient de pe suprafața terestră. Legile fizice ale resurselor naturale, ale schimbărilor climatice și ale altor probleme de mediu pot fi adesea reduse la ecuații simple, elegante – asta, dacă dispunem de instrumente suficient de capabile să vină cu o soluție în acest sens.

PARIUL LUI PASCAL

TIM O'REILLY

Membru fondator și CEO la O'Reilly Media

În 1661 sau 1662, în ale sale *Pensées*[1], filozoful și matematicianul Blaise Pascal a elaborat ceea ce a ajuns să fie cunoscut drept pariul lui Pascal, constând în întrebarea dacă trebuie sau nu să credem în Dumnezeu, în fața eșecului rațiunii și al științei de a oferi un răspuns definitiv:

> Trebuie să accepți pariul. Asta nu e o opțiune. Te afli oricum în punctul acesta. Ce alegere vei face, deci?... Ai două lucruri de pierdut, adevărul și binele; două lucruri pe care mizezi, rațiunea și voința proprie, cunoașterea și fericirea; iar natura umană are două lucruri de care trebuie să se ferească, eroarea și mizeria. Rațiunea nu-i prea șocată să aleagă între unul și altul dintre ele, dat fiind că alegerea se impune ca o necesitate. Asupra acestui punct am căzut deja de acord. Cum rămâne însă cu fericirea personală? Să cântărim, așadar, câștigurile și pierderile pe care le implică faptul de a paria pe existența lui Dumnezeu. Să cântărim opțiunile de care dispunem. Dacă e să câștigi, câștigi totul; dacă e să pierzi, nu pierzi nimic. Crede, prin urmare, fără să eziți, că El există.

[1] *Cugetări*, Editura Antet, București, 2013 (n. tr.).

Deși afirmația lui Pascal este îmbrăcată în haina unui limbaj religios obscur și abordează un subiect religios, ea se constituie într-o expresie semnificativă și timpurie a teoriei decizionale. Și dacă e să dăm la o parte nuanțele particulare, aceasta ne oferă o modalitate simplă și eficientă de a raționa pe marginea unor probleme actuale, precum schimbările climatice.

Pentru a lua atitudine, nu este nevoie să fim sută la sută convinși că cele mai negre temeri ale experților în probleme de mediu sunt întemeiate. Nu trebuie să luăm în considerare decât consecințele faptului de a ne înșela.

Să presupunem, pentru moment, că nu există nicio schimbare climatică cauzată de oameni, sau că urmările acesteia nu sunt terifiante, și deja am făcut pași înainte pentru a o preîntâmpina. Care este cel mai rău lucru care s-ar putea întâmpla? Demersul de abordare a schimbărilor climatice presupune că:

1. Am făcut investiții majore în energia regenerabilă. Asta reprezintă o problemă prioritară chiar și în absența fenomenului de încălzire globală, dat fiind că International Energy Agency a reconsiderat momentul „epuizării petrolului" pentru anul 2020, ceea ce presupune un interval de numai opt ani de aici înainte[1].
2. Am făcut investiții într-o sursă fiabilă de noi locuri de muncă.
3. Ne-am perfecționat sistemele naționale de securitate, reducându-ne dependența de petrolul provenit din regiuni ostile sau instabile politic.
4. Am diminuat pierderile economice neoficiale ale poluării. (China a estimat recent aceste pierderi ca reprezentând 10% din PIB.) Subvenționăm în mod frecvent combustibilii fosili în nenumărate feluri, permițându-le companiilor energetice, companiilor auto și altora să mențină costurile de mediu într-un registru neoficial prin finanțarea infrastructurii pentru autoturisme pe bani publici și solicitându-le,

[1] La momentul scrierii cărții, în 2012 (n. tr.).

totodată, companiilor feroviare să-și construiască propria infrastructură și așa mai departe.

5. Ne-am revigorat baza industrială investind în ramuri industriale noi mai degrabă decât să le consolidăm pe cele deja existente. Eco-scepticilor precum Bjorn Lomborg le place să menționeze costurile pe care le presupune problema încălzirii globale. Dar aici este vorba, de fapt, despre costuri similare „costurilor" asumate de casele de producție prin trecerea la distribuția digitală sau similare „costurilor" care le revin implicit publicațiilor odată cu extinderea masivă în online. Altfel spus, industriile deja existente presupun o serie de costuri, dar se ignoră oportunitățile existente pentru noile ramuri industriale care exploatează noile tehnologii. Aștept să apară cineva însă care să militeze pentru ideea potrivit căreia costurile presupuse de problema schimbărilor climatice nu se referă, în primul rând, la costurile protejării industriilor mai vechi.

Să presupunem, prin contrast, că eco-scepticii se înșală. Ne confruntăm cu dislocarea a milioane de oameni, cu secete, inundații și alte fenomene meteorologice extreme, cu dispariția unor specii și cu pierderi economice care ne vor face să tânjim după vremurile de altădată ale actualului colaps industrial-financiar.

Transformările climatice reprezintă, într-adevăr, o versiune modernizată a pariului lui Pascal. Pe de o parte, rezultatul puternic negativ este că ne-am construit o economie mai rezistentă. Pe de altă parte, lucrul cel mai rău care s-ar putea întâmpla este ladul însuși. Pe scurt, am face mai bine să credem în schimbarea climatică și să acționăm pe baza acestei convingeri, chiar dacă s-ar putea să aflăm că ne-am înșelat.

Dar am divagat destul. Exemplul în sine s-a transformat în argument. Pariul lui Pascal nu-i privește doar pe matematicieni sau pe oamenii cu înclinații religioase. Acesta se constituie într-un instrument inestimabil pentru orice ființă rațională.

STRATEGIILE EVOLUȚIONIST-STABILE

S. ABBAS RAZA

Editor fondator, 3quarksdaily.com

Exemplul meu preferat pentru o explicație științifică profundă, elegantă, frumoasă este dat de conceptul lui John Maynard Smith de *strategie evoluționist-stabilă* (SES)[1]. Nu numai că această idee minunat de simplă explică o gamă întreagă de fenomene biologice, dar ne și oferă un instrument euristic util de testare a plauzibilității diferitelor tipuri de supoziții din biologia evoluționistă, permițându-ne, de pildă, să invalidăm rapid prejudecățile selecționiste de grup, cum ar fi ideea că acțiunile altruiste individuale pot fi explicate prin beneficiile ce rezultă pentru specie ca atare. Într-adevăr, ideea în sine este atât de puternică, încât are capacitatea de a explica lucruri despre care nici măcar nu credeam că necesită explicații până ce nu ne-a fost oferită o explicație.

Voi prezenta, în continuare, o asemenea explicație pentru a scoate în evidență forța din spatele SES. Trebuie să precizez că, deși Smith a elaborat acest concept utilizând matematica teoriei jocului (alături de colaboratorii săi, G. R. Price și G. A. Parker), eu voi încerca să explic ideea de bază fără a face aproape deloc recurs la matematică.

[1] *Evolutionary stable strategy* (ESS) în original (n. tr.).

Gândiți-vă la specii comune de viețuitoare precum pisicile, sau câinii, sau oamenii, sau vulturii aurii. De ce toate prezintă un număr (aproape) egal de membri masculini și feminini? De ce nu se înregistrează o distribuție de, să zicem, 30% masculi și 70% femele în cadrul unei specii? Sau invers? Sau indiferent ce altă distribuție procentuală? De ce raportul distribuției sexuale este aproape egal? Eu, cel puțin, nu mi-am pus niciodată întrebarea asta până ce nu am citit undeva acest răspuns elegant.

Să luăm în considerare morsele. Și ele prezintă în mod normal aceeași distribuție egală a membrilor celor două sexe, dar majoritatea membrilor de sex masculin mor virgini, în timp ce aproape toate femelele se împerechează. Numai câțiva dintre membrii de sex masculin dominanți își vor exercita monopolul asupra majorității femelelor. Care ar fi, așadar, sensul existenței în mediul înconjurător a tuturor acelor masculi? Sunt consumatori de hrană și alte resurse, dar în ceea ce privește singurul aspect care contează pentru evoluție, ei se dovedesc a fi inutili, pentru că nu se reproduc. Din punctul de vedere al speciei, ar fi mai bine și mai eficient dacă doar un procent redus al morselor ar fi fost masculi și restul ar fi fost femele; o asemenea specie de morse ar asigura o utilizare mult mai eficientă a resurselor și, potrivit logicii selecției de grup, ar duce curând la dispariția actualei specii de morse care prezintă ineficientul raport de distribuție egală a sexelor. Și atunci, de ce nu se întâmplă asta?

Iată de ce: pentru că o populație de morse (dar puteți substitui morsele din acest exemplu cu orice altă specie de viețuitoare din cele menționate deja de mine, inclusiv cu oamenii) cu, să zicem, o distribuție de 10% membri de sex masculin și 90% membri de sex feminin (sau prezentând orice alt raport decât cel de 50% cu 50%) nu ar fi stabilă pe parcursul unui număr mare de generații. De ce nu? Pentru că, în cadrul raportului de 10% masculi și 90% femele din acest exemplu, fiecare mascul dă naștere la aproape de nouă ori mai mulți copii decât orice femelă – și face asta împerechindu-se cu succes cu, în medie, nouă femele. Imaginați-vă o asemenea populație. Dacă ați fi masculi în cadrul

unei asemenea populații, ar fi în avantajul vostru evoluționist să dați naștere la mai mulți băieți decât fete pentru că este de așteptat ca fiecare băiat să dea naștere la măcar la fel de mulți urmași ca oricare dintre fete. Dați-mi voie să fac niște calcule care să mă ajute să fiu mai explicit: să presupunem că morsele de sex masculin dau naștere, în mod obișnuit, la nouăzeci de copii, dintre care doar nouă vor fi băieți și optzeci și unu fete, în medie, iar morsele de sex feminin dau naștere, în medie, la zece pui de morsă, dintre care doar unul va fi băiat, iar ceilalți nouă vor fi fete. OK?

Iată unde apare însă o problemă: să presupunem că în cazul unuia dintre membrii de sex masculin se produce o mutație – care se perpetuează de-a lungul multor generații – ce-i conferă acestui exemplar particular de morsă mai mulți cromozomi Y (de tip masculin) decât cromozomi X (de tip feminin). Gena aceasta s-ar răspândi cu iuțeala fulgerului în cadrul populației prezentate. Pe parcursul a doar câteva generații, tot mai multe morse de sex masculin vor prezenta genele care-i determină să aibă mai mulți urmași de sex masculin decât feminin și s-ar ajunge rapid la raportul egal de distribuție dintre sexe pe care-l constatăm în lumea reală.

Același tip de argument se aplică și în cazul femelelor: orice mutație la nivelul unei femele care o determină să dea naștere mai multor urmași de sex feminin (deși sexul este determinat de spermă, nu de ovule, există și alte mecanisme prin care o femelă poate ajunge să influențeze raportul de distribuție între sexe) s-ar răspândi rapid în cadrul populației respective, cu fiecare generație aducând raportul de distribuție sexuală mai aproape de rata de 50% cu 50%. De fapt, orice abatere semnificativă de la raportul egal de gen va fi, din acest motiv, instabilă din punct de vedere evoluționist și va reveni la stadiul inițial printr-o mutație aleatorie. Iar tot ce-am spus aici nu constituie decât un exemplu pentru puterea de explicație profundă, elegantă și frumoasă a SES.

DILEMA LUI COLLINGRIDGE

EVGENY MOROZOV

Jurnalist; bursier, Universitatea Stanford; bursier Schwartz, New America Foundation; scriitor, *The Net Delusion: The Dark Side of Internet Freedom*

În 1980, David Collingridge, un cadru didactic necunoscut de la University of Aston din Marea Britanie, a publicat o carte semnificativă intitulată *The Social Control of Technology*, care a dat tonul multor dezbateri ulterioare referitoare la importanța tehnologiei. În paginile cărții respective, el a elaborat ceea ce avea să fie cunoscut ulterior drept dilema Collingridge – ideea potrivit căreia se manifestă mereu un compromis între faptul de a cunoaște impactul exercitat de o anumită tehnologie și ușurința cu care se pot influența traiectoriile sale sociale, politice și de inovare.

Revelația fundamentală a lui Collingridge constă în aceea că putem reglementa cu succes o anumită tehnologie atunci când aceasta este încă la început și prea puțin cunoscută, disimulându-și, astfel, consecințele sale imprevizibile și nedorite – sau putem aștepta să vedem care sunt consecințele respective, riscând să pierdem însă astfel controlul asupra mecanismelor prin care o putem reglementa. Sau, așa cum Collingridge însuși a spus-o în mod elocvent, „atunci când schimbarea este ușor de produs, nu se poate întrezări necesitatea acesteia;

atunci când nevoia de schimbare ajunge să fie evidentă, schimbarea în sine a devenit costisitoare, dificilă și consumatoare de timp". Dilema lui Collingridge reprezintă unul din modurile cele mai elegante de a explica multe dintre complexele enigme etice și tehnologice – gândiți-vă la drone sau la recunoașterea automatizată a fețelor – care afectează lumea noastră aflată în plin proces de globalizare.

ÎNCREDERE NEZDRUNCINATĂ

ERNST PÖPPEL

Psiholog; neurolog; CEO, Human Science Center, Munich University; scriitor, *Mindworks: Time and Conscious Experience*

După mai mulți ani
Un dar mărunt pentru *Edge*
La prima mână.

Fac un haiku,
Din cinci/șapte/cinci,
Să exprim un gând.

Caut ce-i frumos,
Explic inexplicabil,
De ce fac asta?

E problema mea?
Nu caut explicații!
Renunț fericit!

Alți zori ai zilei.
Îmi las în somn visele,
Și nu știu de ce.

Nu pot pricepe
De ce mă-ncred în corp
Și zi, și noapte.

Mă uit la Lună
Mereu aceeași față,
Nu știu cum așa!

Să explic asta?
Unii sigur ar putea.
Eu mă dau bătut!

Privesc un copac.
Așa este, un copac?
Mă-ncred în ce văd.

De ce aș face-o?
Nu-mi înțeleg creierul
E mult prea complex.

Caut răspunsuri,
Vreau niște explicații,
Dar pot fără ele.

Cred în percepții,
Dar cred și în amintiri.
Și cred și-n ce simt.

De unde-mi vine
Încrederea totală,
Aceea-n lume?

Cred în viitor,
Fac planuri pentru mâine,
Să cred și-n asta?

N-am niciun răspuns!
Cunoașterea-i redusă.
Ce-ntrebi contează.

Ce-i întrebarea?
Asta-i o provocare!
S-apuci un drum nou.

Musai, dar, să cred.
Să cred în răspunsuri noi,
Pitite-n umbră.

Explicația
Stă-n forța răspunsului
Rămas în umbră

Avem scăpare?
Să fentăm paradoxul?
Răspunsul e nu!

Deplina luptă,
Luăm de bun prezentul,
N-avem răspunsuri!

PUR ȘI SIMPLU AȘA ESTE?

BRUCE PARKER

Profesor colaborator, Center for Maritime Systems, Stevens Institute of Technology; oceanograf; scriitor, *The Power of the Sea: Tsunamis, Storm Surges, Rogue Waves, and Our Quest to Predict Disasters*

Conceptul *componentă indivizibilă a materiei*, ceva ce nu mai poate fi divizat mai departe, a fost vehiculat de cel puțin două mii cinci sute de ani, fiind inițial introdus de filozofii din Grecia și India antică. Democrit numea cea mai mică particulă indivizibilă a materiei *átomos*, referindu-se la ceva „de netăiat". De asemenea, atomii erau simpli, eterni și inalterabili. În mentalitatea grecească însă (și în general pentru următorii două mii de ani), atomii au pierdut teren în fața celor patru elemente fundamentale ale lui Empedocle, focul, aerul, apa, pământul, care erau și ele simple, eterne și inalterabile, fără a fi însă constituite din particule minuscule, Aristotel considerând că cele patru elemente prezentau un caracter infinit continuu.

Progresul care urma să fie făcut mai târziu în înțelegerea lumii, pe baza conceptului de atom, a trebuit să aștepte până în secolul al XVIII-lea. Până la momentul respectiv, cele patru elemente ale lui Aristotel au fost substituite de cele treizeci și trei de elemente ale lui Lavoisier, pe baza analizei chimice. Dalton a folosit apoi conceptul de atomi pentru a

explica de ce elementele reacționează mereu în raporturi ale unor numere întregi, susținând astfel că fiecare element este format din atomi de un singur tip și că respectivii atomi se pot combina pentru a forma elementele chimice. Desigur, până la începutul secolului XX (ca urmare a activității lui Thomson, Rutherford, Bohr și a multor altora), s-a constatat că atomii nu erau indivizibili și că nu reprezentau, prin urmare, unitățile de bază ale materiei. S-a văzut că toți atomii sunt formați din protoni, neutroni și electroni, care au preluat titulatura de *componente indivizibile* (sau de pietre de temelie) *ale materiei*.

Poate datorită faptului că în prezent modelul Rutherford-Bohr al atomului este considerat a fi de tranziție către modele mai elaborate, bazate pe mecanica cuantică, sau poate pentru că acesta a evoluat în timp pe baza activității multor oameni (și nu s-a constituit, astfel, într-o singură și frumoasă lege bătută în cuie), am uitat cât de multe aspecte ale lumii pot fi explicate folosindu-ne de protoni, neutroni și electroni – poate că mai mult decât în cazul oricărei teorii propuse vreodată. Apelând la doar trei particule de bază, se pot explica proprietățile a 118 atomi/elemente și proprietățile a mii și mii de compuși chimici formați pe baza acelor elemente. Demersul cu pricina este unul mai degrabă uimitor și face ca modelul Rutherford-Bohr să devină vrednic de a fi considerat „o explicație profundă, elegantă și frumoasă preferabilă altora".

Odată cu această simplificare semnificativă, progresele ulterioare privind modul nostru de înțelegere a universului fizic nu s-au diminuat, ci au sporit în complexitate. Pentru a explica proprietățile celor trei particule de bază ale materiei, ne-am trezit căutând particule și-mai-elementare. Am sfârșit prin a avea nevoie de doisprezece fermioni (șase quarcuri, șase leptoni) pentru „a explica" proprietățile a ceea ce anterior am considerat a fi particulele elementare (dar și proprietățile altor particule pe care nu le-am cunoscut până nu am construit acceleratori de înaltă capacitate). Și am mai venit cu alte patru particule, particulele purtătoare de forță, pentru „a explica" cele patru câmpuri de forță fundamentale (electromagnetismul, gravitația, interacțiunea nucleară puternică și interacțiunea nucleară slabă) care

influențează ceea ce anterior s-a considerat a fi cele trei particule elementare de bază. Dintre aceste șaisprezece particule considerate acum a fi elementare, multe nu pot fi supuse observației independente (cel puțin la niveluri energetice scăzute).

Chiar dacă actualul Model Standard din Fizica Particulelor Elementare se dovedește a fi valid, rămâne următoarea întrebare: „Ce urmează de aici încolo?" Fiecare particulă, indiferent de nivelul pe care-l ocupă în cadrul ierarhiei, va prezenta anumite proprietăți sau caracteristici. Când suntem întrebați de ce quarcurile au o anumită sarcină electrică, de culoare, o anumită rotație sau masă, spunem pur și simplu „Pentru că așa sunt ele"? Sau nu cumva încercăm să găsim particule și-mai-elementare care par să poată explica proprietățile quarcurilor, leptonilor și bosonilor? Și dacă așa stau lucrurile, asta ne va duce cumva înspre particule încă-și-mai-elementare? Am putea-o ține așa la nesfârșit? Sau, la un anumit punct, când suntem întrebați „De ce particula aceasta prezintă aceste proprietăți anume?", am putea spune „Pentru că așa este ea"? Vom ajunge într-o anumită etapă în care să putem spune că nu mai există niciun „de ce" în univers? Că pur și simplu este?

La ce nivel din ierarhia capacității noastre de înțelegere vom putea face uz de afirmația „Pur și simplu așa este"? Primul nivel (caracterizat de cea mai redusă capacitate de înțelegere a lumii) este cel religios: zeii din Olimp, fiecare dintre ei fiind responsabil pentru un anumit fenomen terestru, sau atoateștiutorul zeu monoteist care creează lumea și care face ca totul să capete viață prin mijloace care le rămân necunoscute oamenilor. În cadrul teoriilor proprii privind modul de funcționare a lumii, Aristotel și ceilalți filozofi greci i-au inclus pe zeii din Olimp (pământul apa, focul și aerul erau, toate, repartizate anumitor zeități), dar Democrit și alți filozofi asemenea lui aveau o concepție deterministă și materialistă, ajungând astfel să caute tipare previzibile și pietre rudimentare de temelie care s-ar fi putut afla la baza lumii complexe ce le cădea sub incidența simțurilor. În cadrul procesului de evoluție a gândirii științifice, au existat numeroase momente de tipul „Pur și simplu

așa este", când o anumită explicație sau teorie părea să funcționeze în gol până nu venea cineva să spună „Sau poate că nu", făcând pași înainte în direcția capacității noastre de înțelegere. Pe măsură ce ne apropiem însă de interogațiile elementare privind universul în care trăim (și viața noastră), răspunsul „Pur și simplu așa este" devine mai plauzibil. O interogație științifică fundamentală se referă la faptul dacă vor fi găsite vreodată particulele cu adevărat indivizibile ale materiei. Interogația filozofică conexă este dacă *pot exista* particule cu adevărat indivizibile ale materiei.

La un anumit nivel, următorul grup de „particule" derivabile matematic poate părea în mod atât de evident să nu fie observabil/„real", încât vom considera acele particule, în schimb, ca pe niște simple entități dintr-un model matematic care pare să descrie cu precizie proprietățile particulelor observabile de la nivelul precedent. Punct în care răspunsul la întrebarea de ce particulele respective funcționează așa cum sunt descrise prin acest model matematic ar fi ceva de genul „Pentru că așa fac ele". Nivelul de aprofundare al unor asemenea modele va depinde, probabil, de cât de mult un nivel nou din cadrul modelului matematic ne va permite să explicăm fenomene inexplicabile anterior sau să anticipăm adecvat noi fenomene. (Sau poate că ne va ține pe loc faptul că modelul devine mult prea complex.)

Pentru determiniștii încă preocupați de probabilitățile inerente mecanicii cuantice sau de întrebarea de natură filozofică referitoare la ce a existat înainte de Big Bang, acesta nu este decât un pas înainte în direcția recunoașterii misterului cu adevărat insondabil al universului în care trăim – îl recunoaștem, dar încă nu îl acceptăm ca atare. Este încă posibil să se impună un model nou și mult mai funcțional.

SUBMINÂND BIOLOGIA

PATRICK BATESON

Profesor de etologie, Cambridge University; coautor (împreună cu Paul Martin), *Design for a Life*

În urmă cu doi ani, am revizuit problema încrucișării între rude la câinii cu pedigri. Acest proces reproductiv poate determina reducerea fertilității atât în ceea ce privește numărul puilor la o singură naștere, cât și calitatea spermei, dar și stoparea dezvoltării, scăderea natalității, creșterea mortalității infantile, reducerea duratei de viață, amplificarea manifestării unor disfuncții înnăscute și diminuarea funcționalității sistemului imunitar. Sistemul imunitar este strâns legat de eliminarea celulelor cancerigene la nivelul unui organism sănătos și, într-adevăr, funcționarea deficitară a acestuia a amplificat riscul apariției unor tumori maligne. Aceste cazuri bine documentate referitoare la câinii domestici confirmă ceea ce se cunoaște deja pornind de la multe populații sălbatice din alte specii. Nu reprezintă, așadar, nicio surpriză faptul că o varietate de mecanisme interpretează încrucișarea între indivizi înrudiți ca fiind mai puțin posibilă în universul natural. Un asemenea mecanism îl constituie alegerea unor indivizi neînrudiți pe post de parteneri sexuali.

În ciuda tuturor dovezilor existente, povestea este ceva mai complicată decât pare la prima vedere și, tocmai în acest punct, explicația a ceea ce se întâmplă prezintă o oarecare frumusețe. În timp ce încrucișarea între rude este percepută adesea ca fiind de nedorit, în ultimii ani dezbaterea a ajuns să fie mult mai nuanțată. Eliminarea genelor cu efecte perturbatoare grave prezintă anumite avantaje, iar asta se întâmplă atunci când o populație se încrucișează în cadrul aceleiași familii. Încrucișarea între străini, percepută adesea ca fiind favorabilă, poartă cu sine posibilitatea ca beneficiile demersului de epurare să fie contracarate de introducerea unor noi gene dăunătoare la nivelul unei populații. Mai mult, o populație adaptată la anumiți factori de mediu s-ar putea să nu evolueze optim dacă este încrucișată cu o populație adaptată la factori de mediu diferiți. Astfel, se manifestă adesea un echilibru între încrucișarea în cadrul aceleiași familii și încrucișarea între străini.

Când experiența de viață a unei specii impune îngrijirea atentă a nou-născuților, părinții pot avea dificultăți în a se împerechea cu cel mai potrivit partener posibil. Partenerul nu trebuie să semene prea mult, dar nici să fie foarte diferit. Prepeliţele japoneze de ambele sexe îi preferă pe verii primari ca parteneri. Studii ulterioare pe animale au arătat că un grad optim de înrudire este cel mai benefic pentru organism în termenii succesului de reproducere. Un studiu întreprins pe o populație omenească islandeză a ajuns la aceeași concluzie. Cuplurile în care partenerii sunt veri de gradul trei sau patru au un număr mai mare de nepoți decât cele în care partenerii prezintă un grad mai mic sau mai mare de înrudire. Mai multe dovezi venite din partea speciei umane, dar și a altor specii, sugerează faptul că alegerea unui partener depinde de experiențele din etapele timpurii de existență, indivizii manifestând tendința de a-și alege parteneri puțin diferiți, dar nu foarte diferiți de indivizii familiari lor, aceștia fiind adesea, dar nu întotdeauna, rude apropiate.

Rolul experienței timpurii în determinarea preferințelor sexuale și sociale face trimitere la o realitate foarte cunoscută, conform căreia oamenii le sunt extrem de loiali membrilor propriului grup. Mulți sunt gata

chiar să-și dea viața în favoarea celor cu care se identifică. Printr-un contrast evident, se pot comporta într-un mod deosebit de agresiv față de indivizii care le sunt străini. Acest fapt sugerează, prin urmare, o atitudine îmbucurătoare în raport cu rasismul și intoleranța care afectează multe societăți. Pe măsură ce oamenii din culturi și contexte etnice diferite ajung să se cunoască mai bine, ei vor avea mai multe șanse să se poarte adecvat unii cu ceilalți, să se trateze cu respect unii pe alții, mai ales dacă acest demers de familiarizare a unora cu ceilalți este inițiat la o vârstă timpurie. Dacă această familiarizare are ca rezultat legături de căsătorie, este posibil ca perechile să aibă mai puțini urmași, dar asta poate fi socotită ca o binecuvântare pentru o planetă suprapopulată. Acest principiu optimist, generat de cunoașterea modului în care s-a ajuns la un echilibru între încrucișarea între rude și încrucișarea în afara familiei, subminează biologia – dar, pentru mine, cel puțin, comportă o frumusețe incredibilă.

SEX LA VÂRFUL DEGETELOR

SIMON BARON-COHEN

Psiholog; director, Autism Research Center, Cambridge University; scriitor, *The Science of Evil: On Empathy and the Origins of Cruelty*

Cu toții știm că bărbații și femeile sunt diferiți de la gât în jos. Dispunem, însă, de tot mai multe dovezi că există diferențe între sexe și de la gât în sus. Analizarea planului mental ne dezvăluie că, în medie, femeile dezvoltă mai repede capacitatea de empatie – și că, tot în medie, bărbații manifestă un interes mai puternic pentru sisteme și pentru modul de funcționare al lucrurilor. Este vorba, aici, despre diferențe legate nu atât de abilități, cât de stil cognitiv și de tipare de interes. Acestea nu ar trebui să stea însă în calea faptului de a beneficia de șanse egale în societate sau de o reprezentare egală în cadrul tuturor disciplinelor și domeniilor, dar asemenea aspirații de natură politică reprezintă o chestiune separată de observarea diferențelor cognitive.

Analizarea creierului ilustrează, de asemenea, o serie de diferențe. De exemplu, dacă bărbații prezintă, în medie, un volum al creierului mai mare decât în cazul femeilor, lucru raportat și la înălțime și greutate, femeile, în medie, ating punctul culminant al dezvoltării materiei cenușii și albe cu cel puțin un an mai devreme decât bărbații. Există o diferență care trebuie menționată și în ceea ce privește numărul neuronilor din

neocortex: în medie, bărbații prezintă 23 de milioane de neuroni, iar femeile, 19 milioane, ceea ce presupune o diferență de 16 procente. Analizarea altor zone din creier dezvăluie și alte diferențe legate de gen. De pildă, bărbații prezintă, în medie, o zonă mai bine dezvoltată a amigdalei (centru al emoțiilor), în timp ce femeile au, în medie, un girus temporal (ca zonă a limbajului) de mai mari dimensiuni. Dar, în cadrul întregii dezbateri despre diferențele de gen, ceea ce vrem să aflăm, în ultimă instanță, este ce anume dă naștere tuturor acestor diferențe, iar odată ajunși în acest punct eu, cel puțin, mă bucur să descopăr sursa unor explicații profunde, elegante și frumoase.

Explicația mea preferată are de-a face cu testosteronul fetal, dat fiind că numai câteva picături în plus din această moleculă specială par să comporte efecte de „masculinizare" asupra dezvoltării creierului și a minții. Creditul pentru această idee ușor de urmărit trebuie să-i fie acordat lui Charles Phoenix și colegilor săi de la University of Kansas, care au avansat-o în 1959[1], dar și lui Norman Geschwind și lui Albert Galaburda de la Harvard, care i-au acordat atenție la începutul anilor 1980. Acesta nu constituie singurul mecanism masculinizant (un altul ar fi cromozomul X), dar cu siguranță este unul care a fost subiectul unor analize pline de eleganță.

În orice caz, oamenii de știință care studiază proprietățile cauzale ale testosteronului fetal recurg uneori la experimente lipsite de etică pe animale. Să luăm ca exemplu o parte a amigdalei numită nucleul posterodorsal mediu[2], care este mai bine dezvoltat la șobolanii masculi decât la femele. Dacă bietul șobolan mascul este castrat (fiind astfel deprivat de sursa principală de testosteron), în numai patru săptămâni nucleul respectiv se restrânge la un volum comparabil cu cel de la femele. Sau se poate realiza experimentul cu sens contrar, constând în furnizarea unui surplus de testosteron în cazul femelelor, ceea ce face

[1] „Organizing Action of Prenatally Administred Testosterone Propionate on the Tissues Mediating Mating Behavior in the Female Guinea Pig", *Endocrionology*, 65:3, 369–82, 1959.

[2] MePD, de la *medial posterodorsal nucleus*, în original (n. tr.).

ca, tot în doar patru săptămâni, nucleul posterodorsal mediu al acestora să ajungă la un volum similar cu cel caracteristic unui șobolan mascul tipic.

Când este vorba despre oameni, avem în vedere proceduri mai conforme din punct de vedere etic de studiere a modului în care funcționează testosteronul fetal. Acest hormon special se poate măsura în lichidul amniotic în care stă fătul în burta mamei. Hormonul ajunge în lichidul amniotic fiind excretat de făt și astfel se consideră că reflectă nivelurile pe care le atinge în corpul și în creierul copilului. Eu și colegii mei de la Cambridge am măsurat în felul acesta volumul testosteronului la fetușii de sex masculin, după care am recurs la o scanare de tip RMN a creierului acelorași copii ajunși acum la vârsta de zece ani. Într-un articol publicat recent în *Journal of Neuroscience*, grupul nostru de cercetare a evidențiat faptul că, de pildă, cu cât volumul de testosteron din lichidul amniotic este mai mare, cu atât este mai redus volumul de materie cenușie și girusul temporal.[1]

Acest fapt concordă cu o descoperire publicată de noi anterior, conform căreia cu cât există mai mult testosteron în lichidul amniotic, cu atât copilul va prezenta un vocabular mai redus la vârsta de doi ani.[2] Asta contribuie la înțelegerea unei dileme mai vechi date de evidența că fetele vorbesc mai repede decât băieții și că aceștia din urmă au o prezență mai consistentă în clinicile și centrele care se ocupă cu întârzieri și tulburări de limbaj, dat fiind că băieții produc, în stadiul fetal, de cel puțin două ori mai mult testosteron decât fetele.

Asta contribuie însă și la înțelegerea dilemei privind diferențele individuale în rata de dezvoltare a limbajului la copiii neurotipici indiferent de sex: de ce, la vârsta de doi ani, unii copii au un vocabular enorm (de 600 de cuvinte), iar alții nici măcar n-au început să vorbească. Testosteronul fetal nu este singurul factor implicat în dezvoltarea

[1] Michael V. Lombardo et al., „Fetal Testosterone Influences Sexually Dimorphic Gray Matter in the Human Brain", *J. Neurosci.*, 32: 2, 674–80, 2012.

[2] S. Lutchmaya et al., „Foetal testosterone and vocabulary size in 18- and 24-month-old infants", *Infant Behavior & Development*, 24:4, 418–24, 2002.

limbajului – mai este vorba, aici, și de influențe sociale, dat fiind că primul născut își dezvoltă mai rapid limbajul comparativ cu frații săi –, dar acesta pare să constituie, oricum, partea esențială a demersului explicativ. Iar despre testosteronul fetal s-a constatat că se asociază cu o gamă întreagă de alte trăsături de gen, pornind de la contactul vizual până la empatie și de la atenția pentru detalii până la trăsăturile autiste.

Problema testosteronului fetal comportă dificultăți de abordare, dat fiind că ultimul lucru pe care și-ar dori să-l facă un om de știință este să perturbe în vreun fel homeostaza sensibilă a mediului intrauterin. În ultimii ani, s-a avansat ideea unui substitut al testosteronului fetal: raportul dintre lungimea celui de-al doilea și de-al patrulea deget de la mână sau raportul 2D:4D. La nivelul populației generale, raportul acesta este mai mic la bărbați decât la femei, ceea ce se consideră că se stabilește încă din perioada intrauterină și că rămâne o constantă pe tot parcursul vieții cuiva. Așa se face că oamenii de știință nu trebuie să-și mai bată capul să descopere modalități de măsurare a nivelului de testosteron fetal. Pot face, pur și simplu, un xerox al mâinii cuiva, cu palma în jos, în orice moment al vieții pentru a determina prin substituție nivelul testosteronului fetal.

Multă vreme am fost sceptic în ceea ce privește eficacitatea raportului 2D:4D, din simplul motiv că nu prea părea să aibă sens faptul că lungimea relativă a celui de-al doilea și de-al patrulea deget ar putea avea de-a face cu hormonii prenatali. Doar că anul trecut, în *Proceedings of the National Academy of Sciences*, Zheng și Cohen au arătat că, și la nivelul lăbuțelor unor șoareci, densitatea receptorilor pentru testosteron și estrogen variază pentru al doilea și al patrulea deget, constituindu-se într-o explicație frumoasă a faptului că raportul dintre lungimea degetelor este direct influențat de acești hormoni.[1] Același hormon care-ți masculinizează creierul este la lucru și la vârful degetelor.

[1] Zhenghui Zheng & Martin J. Cohn, „Developmental Basis of sexually dismorphic digit ratios", *PNAS* 108:39, 16289-94, 2011.

DE CE SE MIȘCĂ FILMELE?

ALVY RAY SMITH

Cofondator, Pixar; deschizător de drumuri în imagistica digitală

Filmele nu sunt unitare. Intervalul de timp dintre cadre este gol. Camera înregistrează doar douăzeci și patru de instantanee în fiecare interval de timp de o secundă și omite tot ce se întâmplă între cadre – dar noi percepem asta oricum. Vedem reprezentări fixe, dar percepem mișcare. Cum se explică? Ne putem întreba același lucru și cu privire la filme, înregistrări video și jocuri video digitale, de fapt, cu privire la tot ce intră sub incidența mediei moderne digitale, astfel încât explicația este semnificativă, numărându-se printre demersurile de gândire preferate de mine.

Mult prea vechea „persistență a viziunii" nu poate fi o explicație. Aceasta are sens, dar doar cu privire la motivul pentru care nu percepem golurile dintre cadre. Dacă un actor sau un personaj animat se mișcă între cadre, atunci, prin persistența viziunii, ar trebui să-l vedem în ambele poziții: doi Humphrey Bogart, doi Buzz Lightyear. De fapt, retina percepe două reprezentări, una dispărând atunci când apare cealaltă, fiecare cadru fiind suficient proiectat pentru ca asta să fie posibil. În schimb, ceea ce face creierul cu informațiile de pe retină determină

fie să percepem doi Bogart în două poziții diferite sau un singur Bogart în mișcare.

Considerat ca atare, creierul percepe mișcarea unui contur, dar numai dacă acel contur nu se deplasează prea departe sau prea rapid de la primul la al doilea cadru. Ca și în cazul persistenței viziunii, acest efect este unul real și se numește *mișcare aparentă*. Aspectul în sine este destul de interesant, dar nu constituie explicația care îmi place cel mai mult. Animația clasică pe film, în mai vechea formă de cerneală-pe-celuloid, se bazează pe fenomenul mișcării aparente. Mai vechii animatori și-au dat seama intuitiv cum să mențină cadrele succesive ale unei mișcări în interiorul limitelor trasate de „nu prea departe, nu prea rapid". Dacă erau nevoiți să depășească aceste limite, recurgeau la trucuri care să ne ajute să percepem mișcarea, cum ar fi actualele linii de viteză și un *norișor* de praf pentru a reprezenta coborârea în viteză a lui Wile E. Coyote, care cade pe neașteptate de pe o stâncă în timp ce-l urmărește pe foarte șiretul Road Runner.

Dacă ar fi să depășim limitele mișcării aparente fără a apela la trucurile la care au recurs animatorii, rezultatele ar fi complet neplăcute. E posibil să fi văzut animații de școală veche de tip stop-cadru, cum ar fi războinicii-schelete din clasicul *Jason and the Argonauts* al lui Ray Harryhausen, viciat de o anumită mișcare spasmodică a personajelor. Vederea este la dublu, mai multe contururi ale unui schelet în același timp, și deplasarea este interpretată corect ca mișcare, dar cu greu ar putea fi vorba despre asta. Contururile se mișcă sacadat, sau „trepidează" sau „blițuiesc" pe ecran – cuvinte ce sugerează dificultatea impusă de mișcarea de tip staccato.

De ce filmele cu oameni în carne și oase nu au aceste trepidații? (Imaginați-vă cum ar fi să regizezi un film în care Uma Thurman rămâne în limitele de tipul nu-prea-departe-nu-prea-rapid.) De ce nu trepidează animațiile computerizate á la Pixar? Și, prin contrast, de ce jocurile video au acele străfulgerări oribile? Toate constituie secvențe de cadre discrete. Există o explicație generală care se aplică în toate cele trei cazuri. Se numește *mișcare blurată*; și este ceva simplu și frumos.

Iată ce face o cameră de film adevărată. Cadrul pe care îl înregistrează nu este doar ca un eșantion la un moment dat, asemenea unui cadru de tip Road Runner sau Harryhausen. Dimpotrivă, obturatorul camerei de filmat este deschis pentru scurt timp, numit timp de expunere. Un obiect în mișcare se deplasează în acest interval limitat, desigur, și trece astfel ușor prin cadru în intervalul de expunere. Lucrurile se întâmplă la fel ca atunci când îi faci copilului care aruncă mingea o fotografie statică cu un timp de expunere îndelungat, iar brațul cu care execută mișcarea apare blurat. Dar ceea ce constituie un impediment într-o fotografie se dovedește a fi un avantaj pentru filme. Fără acest efect de blurare, toate filmele ar fi la fel de sacadate precum scheletele lui Harryhausen.

O explicație științifică poate deveni o soluție din punct de vedere tehnologic. În cazul filmelor digitale, precum *Toy Story*, soluția pentru a evita efectul de sacadare a fost derivată din explicația valabilă în cazul filmelor cu oameni în carne și oase: blurarea deliberată a unui obiect în mișcare pe parcursul derulării unui cadru urmărindu-i traiectoria. Astfel, brațul care se rotește al unui personaj trebuie blurat de-a lungul arcului pe care-l descrie acesta pe măsură ce se mișcă din umăr. Celălalt braț trebuie și el să fie blurat independent urmărindu-i *propriul* arc de mișcare, adesea în sensul contrar mișcării primului braț. Nu a fost nevoie de altceva decât să se descopere cum trebuie făcut pe computer ceea ce poate face camera de filmat – și, mai ales, cum se poate face asta în mod eficient. Filmele cu actori obțin gratuit efectul de blurare a mișcării, dar acesta impune niște costuri în cazul filmelor digitale. Soluția – venind din partea grupului cunoscut în prezent ca Pixar – a pavat drumul către crearea primului film digital. Efectul de blurare a mișcării s-a constituit într-o descoperire esențială în acest sens.

De fapt, blurarea mișcării îi semnalează creierului traiectoria unei mișcări, dar și amplitudinea acesteia – o blurare mai îndelungată presupune o mișcare mai rapidă. În loc să eludăm informația temporală de mișcare dintre cadre, o stocăm spațial în interiorul cadrelor ca efect de blurare. O succesiune de asemenea cadre care se suprapun în oarecare

măsură – datorită persistenței viziunii – descrie, astfel, o mișcare într-un mod suficient de pregnant cât să-i permită creierului să facă o deducție completă.

Pixar folosește mii de computere pentru un film – investind uneori mai mult de treizeci de ore pentru realizarea unui singur cadru. Pe de altă parte, un joc video – care este în esență un film digital în timp real – trebuie să livreze un cadru nou la fiecare a treizecea parte dintr-o secundă. Abia în urmă cu șaptesprezece ani, amplificarea inexorabilă a vitezei de calcul pe unitate de dolar (descrisă de legea lui Moore) a făcut fezabile filmele digitale cu efect de blurare a mișcării. Jocurile video pur și simplu n-au ajuns încă acolo. Nu pot procesa informația suficient de repede pentru crearea acestui efect. Unii au făcut încercări timide în acest sens, dar senzația transmisă de joc își pierde din intensitate atât de dramatic, încât jucătorii renunță la asta și preferă sacadarea. Doar că legea lui Moore este încă valabilă și, destul de curând – în cinci ani? în zece? –, chiar și jocurile video vor crea în mod adecvat efectul de blurare a mișcării, integrându-se pe deplin în epoca modernă.

Mai presus de orice, blurarea mișcării constituie doar un exemplu pentru o explicație potențial generalizantă, numită *teoria eșantionării*. Teorema funcționează atunci când eșantioanele sunt cadre înregistrate cu regularitate într-un interval de timp pentru a realiza un film, sau atunci când este vorba despre pixeli înregistrați cu regularitate în spațiu pentru a realiza o imagine. Asta funcționează și în cazul înregistrărilor audio digitalizate. În esență, explicația succesiunii imaginilor statice pentru filmele cu cadre în mișcare se extinde până la a cuprinde tot universul mediatic modern – vizând însăși posibilitatea sa de existență. Dar asta presupune un demers explicativ mai amplu.

DORIȚI ȘI NIȘTE BRÂNZĂ ALBASTRĂ ALĂTURI?

ALBERT-LÁSZLÓ BARABÁSI

Om de știință specializat în complex network; profesor universitar și director la Northeastern University's Center for Complex Network Research; scriitor, *Bursts: The Hidden Pattern Behind Everything We Do*

Ar fi necesari cam o sută de ani pentru a încerca toate cele o sută de mii de rețete postate pe Epicurious, cel mai mare portal culinar din Statele Unite. Ceea ce mă fascinează la acest număr nu este faptul că e foarte mare, ci, dimpotrivă, că este foarte redus. Într-adevăr, o rețetă obișnuită conține în jur de opt ingrediente. Astfel, cele aproximativ trei sute de ingrediente folosite în prezent pentru gătit ne-ar permite să preparăm cam un miliard de rețete distincte. Mai adăugați la asta și preferințele proprii legate de congelare, prăjire, pasare, centrifugare sau amestecare a ingredientelor și veți începe să înțelegeți de ce domeniul culinar constituie o industrie în plină ascensiune. În prezent se folosește doar de o parte neglijabilă a propriilor resurse – undeva sub un procent dintr-un trilion de rețete pe care îl permite combinatorica culinară.

Nu vă plac ouăle verzi cu șuncă? De ce să lăsăm neexplorată această vastă *terra incognita*? Ne lipsește pur și simplu timpul de a ne testa gusturile în acest peisaj culinar de o bogăție incredibilă sau nu cumva

majoritatea combinațiilor ni se par dezgustătoare? Există niște reguli capabile să explice de ce unele combinații ne plac, iar pe altele le evităm? Răspunsul este afirmativ, ceea ce mă conduce spre una dintre cele mai apetisante explicații existente la ora actuală.

Când căutăm dovezi care să susțină (sau să contracareze) orice „legi" care ne-ar putea guverna experiențele culinare, trebuie să nu uităm că senzațiile de natură culinară sunt influențate de mulți factori, de la culoare la textură, de la temperatură la sunet. Cu toate acestea, senzația tactilă este în mare parte determinată de arome, ce reprezintă un grup de senzații care include mirosurile, gusturile, prospețimea și iuțimea. Oricum, este vorba în principal de chimie. Mirosurile sunt molecule care activează receptorii olfactivi, gusturile sunt substanțe chimice care stimulează papilele gustative, prospețimea sau iuțimea sunt semnalate de compuși chimici cu efect iritant la nivelul gurii și al gâtului. Prin urmare, dacă vrem să înțelegem de ce preferăm unele combinații de ingrediente, iar pe altele anume le detestăm, trebuie să analizăm profilul chimic al rețetelor pe care le încercăm.

Dar cum poate să ne spună chimia care sunt ingredientele a căror combinație are ca rezultat un gust plăcut? Ei bine, putem formula două ipoteze independente. În primul rând, este posibil ca unele ingrediente să ne placă deoarece chimia lor (așadar, și aroma lor) este una complementară – ce-i lipsește unuia este suplinit de celălalt. Alternativa o constituie opoziția polară: gustul este cam ca potrivirea culorilor în modă – preferăm să asociem ingrediente care au deja în comun câteva elemente ce țin de arome, punându-le în armonie chimică unele cu altele. Înainte de a citi mai departe, vă rog să vă opriți o clipă și să vă gândiți care dintre cele două alternative vi se pare mai plauzibilă.

Mie mi se pare mai logică prima alternativă: pun sare în omletă nu pentru că buchetul chimic al ouălor conține singura substanță chimică prezentă în sare, NaCl, ci tocmai fiindcă aceasta îi lipsește. Cu toate acestea, în ultimul timp, maeștrii bucătari și gastronomii de tip molecular pariază pe a doua ipoteză, căreia i-au dat chiar și un nume, acela de *principiul asocierii alimentelor*. Consecințele acestuia se află deja pe

masa noastră. Unele restaurante contemporane servesc ciocolată albă cu caviar pentru că au în comun trimetilamina și alte componente legate de arome, sau ciocolată și brânză albastră (cu mucegai) pentru că acestea au în comun cel puțin șaptezeci și trei de componente de arome. Totuși, dovezile privind posibilitatea asocierii ingredientelor sunt cel puțin de ordin anecdotic, ceea ce mă face pe mine, ca om de știință, să mă întreb: Nu cumva e doar un mit?

Prin urmare, în cine ar trebui să am încredere, în propria intuiție sau în gastronomii moleculari? Și cum pot vedea dacă două ingrediente chiar pot fi combinate? Primul nostru instinct a fost să gustăm, în condiții controlate, toate perechile de ingrediente. Doar că trei sute de ingrediente permit cam 44 850 de perechi de mostre, ceea ce ne obligă să căutăm metode mai inteligente de rezolvare a problemei. Dat fiind că ne-am petrecut ultimii zece ani încercând să înțelegem legile care guvernează networkingul, de la cel social până la încrengătura complexă de gene care acționează în celulele din organismul uman, eu și colegii mei am hotărât să apelăm la această știință. Am pus laolaltă componentele de arome a peste trei sute de ingrediente și le-am organizat ca o rețea, asociind două ingrediente care prezentau componente similare de arome. Am recurs apoi la inteligența colectivă prezentă în corpusul existent de rețete pentru a vedea care cu care se potrivește. Dacă două ingrediente asemănătoare nu sunt niciodată asociate, cum ar fi usturoiul și vanilia, sigur există o explicație în acest sens; cei care au încercat această combinație au considerat-o fie insipidă, fie dezgustătoare. În orice caz, dacă două ingrediente sunt combinate mai frecvent decât ne așteptăm, pe baza popularității de care se bucură fiecare în parte, interpretăm asta ca pe un semn al faptului că sigur se potrivesc într-un fel sau altul. În această categorie intră roșiile și usturoiul, care sunt asociate în 12% dintre toate rețetele existente.[1]

[1] Yong-Yeol Ahn et al., "Flavor network and the principles of good pairing", *Scientific Reports* 1, articolul 196, doi:10.1038/srep00196 (2011).

Până la urmă, adevărul este mai degrabă suprarealist: s-ar putea să ne placă unele combinații aici, dar nu și acolo. Altfel spus, gastronomia nord-americană și vest-europeană manifestă tendința predilectă de a combina ingrediente cu elemente chimice comune. Dacă sunteți *aici*, serviți parmezan cu papaya și căpșuni cu bere. Oricum, nu încercați asta *acolo*: gastronomia est-asiatică este recunoscută tocmai pentru faptul că evită ingredientele cu caracteristici chimice comune. Dacă dați o raită prin Asia, yin/yang trebuie să funcționeze ca principiu călăuzitor: atingerea echilibrului prin asocierea contrariilor. Vă place sosul de soia cu miere? Puneți-le laolaltă și o să aflați.

LEGILE MAMEI-NATURĂ

STUART PIMM

Profesor de ecologie de conservare cu distincție Doris Duke, Nicholas School of the Environment, Duke University; scriitor, *A Scientist Audits the Earth*

Scriind din Sarawak, Alfred Russel Wallace a bătut în cuie cea mai importantă lege aplicabilă tuturor ființelor vii în optsprezece cuvinte tranșante: *Fiecare specie a luat ființă prin coexistența în timp și spațiu cu o altă specie preexistentă strâns înrudită.*

Printr-o editare judicioasă, Wallace și-ar fi putut încadra articolul său din 1855 despre „legile evoluției" în limitele de spațiu impuse în prezent de *PNAS* ori *Nature*. Nu găsim trilobiți în erele devoniană, jurasică sau eocenă fără să fi existat nimic între ele. Articolul respectiv propunea cu fervoare o explicație pentru generalitățile vehiculate la pachet despre paleontologie și biogeografie, dar comunitatea științifică dormea la cârmă și n-a observat mai nimic. După câțiva ani, această lipsă de reacție l-a determinat pe Wallace să-i trimită lui Darwin propria explicație profundă, frumoasă și elegantă, asta pentru susținere morală. Și Darwin a fost de aceeași părere, firește.

Ce alte legi ne-a mai dat Mama Natură în vederea diversității biologice?

Distribuția geografică medie a unui grup de specii este mult mai mare decât distribuția lor obișnuită.

Media distribuțiilor geografice ale celor 1 684 de specii de mamifere din Lumea Nouă este de 1,8 milioane pe km², dar jumătate dintre aceste specii prezintă distribuții mai mici de 250 000 pe km² – stabilind un raport de șapte-la-unu. Pentru principalele trei grupuri de păsări din regiune, raportul este de cinci și de opt ori mai mare, iar pentru amfibieni, de patruzeci de ori mai mare. Există multe specii cu distribuții limitate și puține cu distribuții ample.

Există mai multe specii de viețuitoare la tropice decât în regiunile temperate.

Primii exploratori care au ajuns în zona tropicală au validat această lege. Rembrandt picta păsări ale paradisului și scoici la începutul secolului al XVII-lea. Wallace a ajuns primul în zona amazoniană pentru că-și câștiga existența din colecționarea unor specii rare de viețuitoare.

Speciile cu o distribuție redusă se concentrează în zonele în care nu trăiesc de obicei majoritatea speciilor celor mai bine reprezentate.

Asta pur și simplu n-are sens. Firește, unde trăiesc mai multe specii, te-ai aștepta să ai și multe specii cu distribuție mare, mică și cu tot ce se poate cuprinde între extreme. Lucrurile nu stau chiar așa. Speciile cu o distribuție redusă se concentrează în zone foarte speciale. Aproape jumătate dintre toate speciile existente trăiesc în câteva locuri care, luate împreună, reprezintă cam 10 procente din zona nepolară a planetei.

Speciile cu o reprezentare scăzută sunt rare, în timp ce speciile bine reprezentate sunt destul de comune.

Scuzați-mi expresia, dar Mama Natură e-o cățea. Te-ai gândi că dă o șansă speciilor mai puțin reprezentate – și că le face comune în zona în care se găsesc. Nimic de felul acesta. Speciile larg răspândite par să fie comune peste tot, pe când cele locale sunt rare chiar și în regiunile lor de origine.

Darwin și Wallace au avut ca sursă de inspirație faptul că au ajuns în zone bogate în păsări și mamifere care nu se găseau nicăieri altundeva – insulele Galapagos și insulele din Asia de Sud-Est. Nu există

asemenea locuri în Europa. Darwin și-a petrecut cea mai mare parte a călătoriei cu vasul regal Beagle în regiunile sudice extreme din America de Sud, în timp ce Wallace a făcut prima călătorie în regiunea amazoniană. Amazonul este foarte bogat în tot felul de specii de viețuitoare, dar constituie un exemplu flagrant al legii că asemenea locuri prezintă rareori multe specii puțin reprezentate. (Presupun că asta l-a costat mult pe Wallace, dat fiind că sponsorii lui îi cereau noutăți. Pe care le-a descoperit în următoarea sa călătorie, în Est.)

Oamenii de știință au descoperit mai întâi speciile larg răspândite. Darwin și Wallace s-au numărat printre primii naturaliști care au descoperit majoritatea speciilor posibile – cele cu o răspândire geografică redusă, concentrate în câteva regiuni. Chiar și în cazul grupelor de specii foarte bine cunoscute, cele foarte puțin reprezentate au fost descoperite abia în ultimele decenii.

Există o explicație profundă, elegantă și frumoasă care să li se aplice tuturor acestor legi inextricabil corelate? Nu există niciuna.

Dată fiind distribuția observată a distribuției speciilor, zona tropicală are mai multe specii tocmai pentru că acestea trăiesc în zona de mijloc a planetei. Speciile suficient de bine reprezentate trebuie să stea la mijloc – asta-i singura explicație posibilă. Acestea nu trebuie să stea la extremități – în zonele temperate sau polare. Cu toate acestea, zonele de mijloc presupun mai multe specii decât regiunile extreme chiar și atunci când zonele de mijloc nu au o climă tropicală. Există mai multe specii în mijlocul pădurilor cu climă umedă din Madagascar, deși extremitatea nordică (cu mai puține specii) este mai apropiată de Ecuator, de exemplu.

Mai mult, zonele de mijloc cu climă umedă, caldă – pădurile tropicale – prezintă mai multe specii de viețuitoare decât zonele de mijloc mai calde și mai uscate. Corelarea speciilor cu o climă caldă și umedă este obligatorie, dar un asemenea mecanism de coerciție funcționează adesea ca o iluzie.

Speciile mai puțin reprezentate pot fi întâlnite pretutindeni – în zona mediană sau în zonele extreme. Pot, dar nu sunt. Acestea tind să se

găsească în insule (Insulele Galapagos, arhipelagul malaiezian) și pe „insulele de tip habitat" – în regiunile montane de vârf, precum Anzii. Acest lucru corespunde ideii noastre despre cum s-au format speciile. Slavă Domnului, acestea nu se găsesc în insule temperate sau în munți, așa că Darwin și Wallace a trebuit să plece de acasă pentru a-și găsi sursele de inspirație. Cu excepția, însă, a salamandrelor: Munții Apalași din estul Statelor Unite par să fie populați de specii diferite pe sub fiecare stâncă, constituindu-se astfel într-o zonă temperată teoretic, perseverentă în ceea ce privește un endemism nemaiîntâlnit de păsări, mamifere, plante sau, într-adevăr, și alți amfibieni.

Pentru ca lucrurile să fie și mai complicate, toate aceste aspecte presupun că știm de ce unele specii sunt bine reprezentate și altele mai puțin reprezentate. Ei bine, nu știm de ce. Pe scurt, dispunem de corelații, cazuri speciale și de unele argumente de o factură aparte, dar din toate acestea lipsește eleganța. O explicație profundă nu-și află locul aici, desigur.

Ne doare propria ignoranță. Concentrațiile de specii rare, locale se observă în zonele în care intervențiile umane au determinat extincția unor specii într-un ritm de o sută sau de o mie de ori mai rapid decât cel de dispariție a lor pe cale naturală. Da, putem face hărți ale distribuției speciilor de păsări și mamifere pentru a vedea unde trebuie să acționăm pentru a le salva. Dar nu și pentru speciile de fluturi, atât de îndrăgite de oameni, ca să nu mai vorbim de nematode. Fără să avem explicațiile necesare, nu vom ști dacă în locurile în care vrem să protejăm păsările vom proteja și fluturii. Dacă nu reușim să înțelegem legile Mamei Natură și să le aplicăm pentru majoritatea speciilor rămase încă necunoscute științei, s-ar putea să nu ne dăm seama niciodată care sunt speciile pe care le-am distrus prin intervenția noastră.

PIRAMIDA OKLO

KARL SABBAGH

Scriitor și producător de televiziune; autorul cărții *Remembering Our Childhood: How Memory Betrays Us*

În știință se impun noi explicații atunci când o anumită observație nu este susținută de teoriile curente. Forța metodelor științifice rezidă în extraordinara complexitate de înțelegere care poate izvorî din încercarea de a găsi o explicație nouă. Lucrurile stau ca în cazul unei piramide răsturnate, unde prima observație – reprezentând adesea doar o abatere minoră de la normă – este vârful, după care urmează paliere tot mai ample de inferență, fiecare dintre ele depinzând de nivelul anterior, până când întreaga piramidă formează un întreg dotat cu o capacitate explicativă suficientă și concludentă.

Una dintre explicațiile mele preferate în acest sens datează din 1972, odată cu observarea unei anomalii minore la o mostră obișnuită de minereu de uraniu din Oklo, o regiune din provincia Haut-Ogooué din statul central-african Gabaon, supusă analizei într-un laborator din Franța. Mostrele de roci pentru uraniul produs pe cale naturală conțin, de regulă, două tipuri de atomi de uraniu, izotopii U-238 și U-235. Majoritatea atomilor sunt de tipul U-238, dar aproximativ 0,7% sunt de tip U-235. De fapt, procentul exact este de 0,72, dar mostra ajunsă în Franța

prezenta un procent de „doar" 0.717, ceea ce înseamnă că lipseau 0,003% din atomii preconizați de tip U-235.

Se știa că asemenea diferențe de procentaj apar doar în mediile artificiale din preajma unui reactor nuclear, unde atomii de tip U-235 sunt bombardați efectiv cu neutroni printr-o reacție în lanț care modifică structura atomilor și produce schimbări la nivelul proporțiilor manifestate în mod natural. Dar mostra cu pricina provenea dintr-o mină din Gabaon, iar la momentul respectiv nu exista niciun reactor nuclear pe întregul continent african, așa că asta nu mai putea fi o explicație. Sau ar fi putut fi?

Cu aproape douăzeci de ani înainte, oamenii de știință au sugerat că undeva pe Pământ trebuie să fi existat odată condiții pentru ca un depozit de uraniu să fi acționat ca un reactor natural de fisiune nucleară. Aceștia au propus atunci trei condiții necesare în direcția respectivă:

1. Dimensiunea depozitului trebuie să depășească lungimea medie a traseului parcurs de neutronii inductori de fisiune, care este de circa 70 de centimetri.
2. Atomii de tip U-235 trebuie să fie prezenți într-un număr mai mare decât cel în care se găsesc în rocile naturale actuale, adică într-o proporție de 3% în loc de 0,72%.
3. Trebuie să existe ceea ce într-un reactor nuclear se numește moderator, o substanță care „acoperă" neutronii emiși și care le încetinește fluxul, astfel încât aceștia să devină mai capabili să genereze fisiunea.

Cele trei condiții sunt identice cu cele aplicabile depozitelor Oklo cu două miliarde de ani în urmă. Depozitele erau mult mai mari decât dimensiunea minimă anticipată. Mai mult, uraniul de tipul U-235 are o durată de reactivitate de 704 milioane de ani, degradându-se aproape de șase ori mai repede comparativ cu atomii de tip U-238, astfel încât, cu mai multe durate de reactivitate în urmă (ceea ce înseamnă aproximativ două miliarde de ani), trebuie să fi existat mult mai mulți atomi de tip U-235 în depozitele respective – suficienți cât să genereze o reacție

în lanț durabilă. Extrapolând invers, proporțiile relative ale celor doi izotopi ar fi fost de aproximativ 97 la 3, mai degrabă decât de 99,3 la 0,7, așa cum sunt astăzi. Și nu în ultimul rând, nivelurile de rocă s-ar fi aflat inițial în contact cu pânza freatică, sugerând că lucrurile au stat cam cum le voi prezenta mai jos.

În rocile aflate în contact cu apa a început o reacție în lanț, iar atomii de uraniu s-au divizat și au emis căldură. Căldura a transformat apa în vapori, perturbându-i capacitatea de a modera acea reacție, iar neutronii au scăpat de sub control, stopând reacția. Vaporii s-au condensat revenind la forma lichidă și acoperind emisia de neutroni. Au fost captați și mai mulți neutroni, care au dus la divizarea atomilor și au declanșat din nou reacția în lanț. Explicarea unei anomalii minore existente în raportul dintre două tipuri de atomi dintr-o bucată mică de rocă a dus la descrierea unei serii întregi de evenimente care s-au produs într-o anumită regiune a planetei cu miliarde de ani în urmă. În decurs de mai bine de 150 de milioane de ani, un reactor nuclear natural a generat căldură timp de aproximativ jumătate de oră, iar apoi s-a oprit pentru două ore și jumătate înainte de a porni din nou, generând o energie medie de 100 de kilowați, precum aceea generată de un motor obișnuit de mașină. Nu numai că această explicație se dovedește a fi profundă, elegantă și frumoasă, dar ea este și incontestabilă. Nu depinde de anumite păreri, luări de poziție sau de dorințele unora sau altora, spre deosebire de multe alte „explicații" privind modul de funcționare al lumii, și în asta rezidă forța științei adevărate.

KITTY GENOVESE ȘI APATIA DE GRUP

ADAM ALTER

Psiholog; asistent universitar la Catedra de marketing, Stern School of Business, New York University

Cea mai elegantă explicație din psihologia socială m-a determinat să fac un doctorat în domeniu. La fiecare câțiva ani, o tragedie de proporții captează atenția în bloc a mass-mediei prin aceea că nimeni n-a făcut nimic ca să ofere o mână de ajutor. Chiar înainte de răsăritul soarelui, într-o dimineață de aprilie din anul 2010, un bărbat își dădea ultima suflare pe o stradă din Queens. Bărbatul respectiv, un om al străzii de origine din Guatemala, pe numele său Hugo Alfredo Tale-Yax, intervenise ca s-o ajute pe o femeie al cărei partener începuse să țipe și s-o lovească cu brutalitate. Când Tale-Yax s-a băgat între cei doi, bărbatul respectiv l-a înjunghiat cu mai multe lovituri de cuțit în piept. Timp de nouăzeci de minute, Tale-Yax a zăcut într-o baltă tot mai mare de sânge, în timp ce nenumărați trecători l-au ignorat sau i-au aruncat o privire fugară, după care și-au văzut de drumul lor. La momentul sosirii ambulanței, soarele era deja pe cer, iar Tale-Yax era deja mort.

Cu aproape o jumătate de secol mai devreme, o altă newyorkeză, Kitty Genovese, a fost atacată și în final ucisă, în timp ce nenumărații privitori nu au făcut nimic ca s-o ajute. Un jurnalist de la *New York Times*

a etichetat drept nesimțire lipsa de reacție a newyorkezilor, iar experții au fost de părere că viața din marele oraș i-a lăsat pe locuitorii săi fără suflet. La fel s-a întâmplat și în cazul morții lui Tale-Yax în ceea ce-i privește pe experții care s-au minunat cum de atâția oameni cu repere morale valide pot trece mai departe fără să-i ofere ajutor unui semen de-al lor aflat pe moarte.

Psihologii sociali sunt învățați să-și depășească tendința firească de a-i condamna pe oameni pentru ceea ce ar fi un comportament inadecvat și să caute, în schimb, explicații pentru asta în mediul înconjurător. După moartea lui Genovese, psihologii sociali Bibb Latané și John M. Darley au fost convinși că a existat ceva anume în context care i-a determinat pe trecători să nu intervină. Intuiția lor, elegantă, de altfel, este aceea potrivit căreia reacțiile umane nu se cumulează în același fel în care se cumulează acțiunile caracteristice obiectelor. Dacă patru becuri iluminează o încăpere într-un mod mai eficient decât o pot face trei becuri, iar trei microfoane umplu o cameră de zgomot într-un mod mai eficient decât ar face-o două microfoane, doi oameni sunt adesea mai puțin eficienți în acțiunile lor decât un singur om. Oamenii se gândesc de două ori înainte de a interveni într-o anumită situație, se opresc pentru a desluși semnificația unui șir de evenimente înainte de a acționa, iar de multe ori mândria și teama de a nu părea ridicoli le blochează orice inițiativă.

Într-un studiu care face parte dintr-o serie de studii remarcabile, Latané și Darley au făcut înregistrări video unor studenți aflați într-o cameră care se umple treptat de fum.[1] Autorii experimentului introduceau fumul în încăperea respectivă cu ajutorul unui aparat ascuns într-o gură de aerisire din perete, efectul constând tocmai în inducerea impresiei că s-ar putea să fi izbucnit un incendiu undeva în apropiere. Când în cameră se afla doar unul dintre participanți, de obicei acesta ieșea imediat și le spunea autorilor experimentului că sigur era ceva în

[1] B. Latané & John M. Darley, "Group Inhibition of Bystander Intervention in Emergencies", *J. Pers. & Soc. Psych.* 10:3, 215–21, 1968.

neregulă. Dar când respectivul mai era înconjurat de alte două sau trei persoane (unele dintre ele știind despre ce-i vorba și fiind instruite în prealabil să rămână nepăsătoare), subiectul cu pricina continua să stea jos, chiar dacă norul de fum îl împiedica să-i mai vadă pe ceilalți. Când au fost intervievați ulterior, studenții participanți la experiment au declarat că au preferat să nu acționeze pentru că au tras concluzia că fumul era inofensiv (fiind vorba de abur sau de vapori de aer condiționat) și au pretins că au fost prea puțin sau mai deloc atenți la modul cum s-au comportat ceilalți oameni aflați în cameră.

Potrivit lui Latané și Darley, tiparele mentale prin care ne deosebim de ființele de regn inferior ne subminează, până la urmă, disponibilitatea de a sări în ajutorul altora în asemenea situații, atunci când ne aflăm lângă oameni care par la fel de ezitanți ca și noi.

VRĂJITORUL DIN EU

GERALD SMALLBERG

Neurolog; scenarist, producător pentru Off-Off Broadway, *Charter Members*, *The Gold Ring*

Conștiința reprezintă fuziunea stimulilor imediați cu memoria care combină senzația simultană de a fi atât observator, cât și observat într-un flux temporal liniar, învăluitor, care nu reprezintă nici trecutul propriu-zis, nici prezentul, ci ceva ce este, în mod inexplicabil, câte puțin din amândouă. Este autoritatea ultimă și arbitrul realității așa cum o percepem noi. Faptul potrivit căruia conștiința constituie încă o problemă ce se refuză înțelegerii atât pentru oamenii de știință, cât și pentru filozofi, deopotrivă, nu este deloc surprinzător. Oricare s-ar dovedi a fi răspunsul final, presupun că va fi o iluzie să credem că mintea a evoluat pentru a ascunde acțiunile încâlcite ale forței sale de calcul paralele.

Pe măsură ce mai ridică un colț al vălului care-l ascunde pe acest „vrăjitor din eu", neurofiziologii sunt în plin proces de descoperire a faptului că acest instrument de automonitorizare atât de indispensabil de atent și de receptiv numit conștiință depinde de un truc de supraveghere a percepțiilor individuale. Simțul subiectiv al timpului pe care-l dezvoltă fiecare nu corespunde realității. Reacția corticală la stimuli – sub

forma impulsurilor electrice – a unui creier neurotipic în timpul unor acțiuni de rutină a dovedit că precedă cu aproape o treime de secundă conștientizarea unei mișcări deliberate sau a unei reacții de răspuns la stimuli senzoriali. Reacția corticală la stimuli semnalează că creierul se activează sau reacționează la ceea ce se întâmplă mult mai repede decât percepția instantanee pe care o trăim. La nivel psihologic, asta reprezintă o discrepanță uriașă pe care mintea o corectează falsificând momentul de timp propriu-zis la care se produce o acțiune sau un eveniment, ceea ce-i permite trăirii conștiente să se conformeze față de percepțiile pe care le înregistrăm.

Date încă și mai bulversante pentru încrederea noastră în valabilitatea propriilor percepții provin de la studiile aplicate mișcărilor rapide ale ochilor, numite sacade, declanșate de stimuli vizuali neobișnuiți. În scurtele perioade de timp când se produc aceste mișcări ale ochilor cu caracter sacadat, stimularea vizuală a creierului este suprimată în mod activ; s-ar putea spune că suntem orbi la propriu. În absența acestei cenzuri oculare involuntare, am fi deranjați în mod repetat de asemenea momente de vizibilitate acut perturbată, care ar fi și neplăcută, și nesănătoasă. Din punctul de vedere al supraviețuirii, asta ar reprezenta un dezavantaj extrem, dat fiind că s-ar produce sub acțiunea tuturor stimulilor noi, stimuli care, prin însăși natura lor, necesită nu cea mai proastă, ci dimpotrivă, cea mai bună acuitate vizuală.

Soluția Vrăjitorului la această situație intolerabilă constă în excluderea acelor intervale din fluxul nostru de conștientizare și în substituirea lor cu o viziune care să treacă de la ceea ce tocmai s-a întâmplat la ceea ce se anticipă a avea loc în viitorul imediat. Asemenea unui fost demnitar, conștiința trebuie să ofere o dare de seamă pentru perioada de timp eliminată. Evoluția a venit cu o narațiune mult mai amplă, care să compenseze neajunsurile acestei fraudări necesare, decât intervalul de timp limitat aflat în vizorul unui procuror nemilos. În loc să încerce să mascheze existența înregistrării respective, conștiința ne-a propus un truc mult mai inteligent de compensare a acestei operațiuni de

eliminare. Procedează astfel prin falsificarea timpului, antedatând acele momente altfel necesare, astfel încât să șteargă evidența unei rupturi.

Iluzia aceasta a continuității vizuale bazate pe inferență și extrapolare dezvăluie o vulnerabilitate inerentă programului de calcul din creier, pe care o poate exploata orice hacker priceput. Magicienii, trișorii la cărți, scamatorii s-au îmbogățit din valorificarea acestui deficit de percepție. Într-unul din spectacolele sale, Richard Pryor a prezentat cel mai bine situația atunci când nevasta l-a prins cu o altă femeie. „Cui îi vei da crezare? Mie sau vederii care te înșală?"

O SINGURĂ COINCIDENȚĂ, DOUĂ DÉJÀ-VU-URI

DOUGLAS COUPLAND

Scriitor; artist, designer; autorul cărții *Marshall McLuhan: You Know Nothing of My Work!*

Mă bucură că există două momente în viață care par să caracterizeze în mod egal și democratic condiția umană în ansamblu, fără să existe o explicație categorică pentru niciunul dintre ele. Unul dintre ele este coincidența, celălalt este déjà-vu-ul. Nu contează că ești regina Elisabeta a Angliei, unul dintre cei treizeci și trei de mineri salvați în Chile, o casnică sud-coreeană sau un păstor itinerant din Zimbabwe: în decursul a 365 de zile ale unui an, vei trăi sigur două déjà-vu-uri și măcar o coincidență care să te pironească locului și să te facă să spui: „Incredibil, *asta* chiar că e coincidență!"

Treaba cu coincidența este că, atunci când îți imaginezi mulțimea de coincidențe care pot avea loc în orice moment, constați că, în practică, acestea nu se produc aproape niciodată. Sunt atât de rare că, atunci când chiar au loc, devin de-a dreptul memorabile. Asta mă face să cred că universul este programat să elimine coincidențele ori de câte ori este posibil. Universul detestă coincidența; nu știu de ce, dar așa par să stea lucrurile. Așadar, atunci când se produce o coincidență, aceasta trebuie

să aibă mare grijă să păcălească sistemul. Și există un sens în asta. Care e? Caută-l. Caută-l *mai bine*. Este posibil ca matematicienii să aibă o axiomă pentru asta, și dacă o au, atunci, implicit, ea trebuie să funcționeze ca o axiomă pentru ceva mult mai de amploare decât au gândit-o autorii săi inițial.

Ceea ce mi se pare a fi și straniu și interesant cu privire la déjà-vu-uri este faptul că survin în mod regulat în viața noastră – aproximativ la fiecare șase luni, ca un fel de instrument de temporizare de factură lirică, menit cel puțin să ne amintească de faptul că suntem încă în viață. Pot presupune că nepoată-mea de treisprezece ani, dar și Stephen Hawking și un muncitor dintr-o fabrică de genți din Beijing au experimentat, fiecare, câte două déjà-vu-uri pe an. Nu unul. Nu trei. *Două*.

Biodinamica aflată la baza unui déjà-vu se datorează, probabil, unor neuroni mai jucăuși dintr-o anumită regiune a creierului, dar asta nu ne și explică de ce trebuie să existe. Mie mi se par a fi ca un semnal venit dintr-o perspectivă mai amplă, care-și propune să ne reamintească faptul că viețile noastre sunt individualizate, că au sens și un anumit loc în curgerea timpului. Suntem importanți și ceea ce ne dă valoare în cadrul universului rezidă în sensibilitatea noastră și în blestemata și binecuvântata, totodată, capacitate de conștientizare.

BRICIUL LUI OCCAM[1]

KATINKA MATSON

Artist; cofondator, Edge.org; președinte, Brockman, Inc.; scriitoare, *Short Lives*

~~Nu te complica~~.

[1] Briciul lui Occam sau principiul parcimoniei este folosit pentru a justifica anumite afirmații științifice. Lui William de Occam i se atribuie ideea potrivit căreia trebuie căutată cea mai simplă explicație pentru un anumit fenomen (n. tr.).

TIMPUL PROFUND

ALUN ANDERSON

Consultant senior și fost redactor-șef & director de publishing, *New Scientist*; scriitor, *After the Ice: Life, Death, and Geopolitics in the New Arctic*

Există o idee simplă, unică și profundă care mă surprinde atât prin faptul că este profundă și frumoasă ca atare, dar și prin acela că a dat naștere unei serii întregi de teorii și explicații ulterioare cu caracter elegant. Ideea cu pricina este aceea a „timpului profund"[1] – și anume că Pământul este extrem de bătrân și că viața speciilor care trăiesc pe el este relativ tânără. Când această idee a fost formulată pentru prima dată, a intrat în opoziție cu tot ceea ce se credea până atunci și a avut rolul de a schimba perspectiva oamenilor asupra lor înșiși în aceeași măsură în care a făcut-o și descoperirea mai veche că Pământul se învârte în jurul Soarelui.

Știm când s-a născut, sau cel puțin când a fost susținută pentru prima dată, ideea timpului profund, pentru că un profesor de la Universitatea din Edinburgh, pe numele său John Playfair, și-a consemnat reacția în 1788. „Mi se-nvârte capul cu totul", scria el, „când mă gândesc la cât de abisal e timpul." Călătorise pe coasta scoțiană cu prietenul său

[1] *Trans. Roy. Soc. Edinburgh*, V, p. III, 1805.

geolog James Hutton, care și-a transpus ulterior ideile într-o carte numită *Theory of the Earth*. Hutton i-a arătat un set de tipare specifice ale unor roci, care puteau fi explicate cel mai bine pornind de la supoziția că solul actual s-a format inițial sub apa mării, apoi s-a înălțat, dislocat, erodat, pentru a fi acoperit din nou de un strat de sedimente marine. Pământul nu avea doar șase mii de ani, așa cum susțineau calculele biblice acceptate la momentul respectiv; cât despre straturile din structura scoarței terestre, acestea nu trecuseră printr-un potop de proporții, așa cum stipula atunci perspectiva științifică dominantă, bazându-se pe cele mai bune informații de natură chimică ale momentului.

Să privești lumea din perspectiva lui Hutton a însemnat realizarea unui salt uriaș. Ne vine ușor să conștientizăm vastitatea spațiului. Când ne ridicăm ochii spre stele, imensitatea universului este atât evidentă, cât și capabilă să ne pună în uimire. Imensitatea timpului, în schimb, scapă experienței umane. La scară umană, natura cunoaște doar ciclul repetitiv al anotimpurilor, întrerupt doar de cutremure catastrofale ocazionale, de erupții vulcanice și de potopuri. Tocmai din acest motiv, teoriile creaționiste și catastrofale privind originile Pământului au părut a fi mai plauzibile decât cele de natură lentă și gradată. Hutton însă a avut încredere în ceea ce a văzut în structura rocilor, îndemnându-i pe alții „să deschidă cartea Naturii și să-i citească notițele".

Perspectiva sa asupra timpului a creat un teren fertil pentru alte teorii de amploare. Dată fiind disponibilitatea unor mari intervale de timp, procesele imperceptibil de lente aveau vreme să modeleze lumea naturală. Lui Hutton i-au urmat geologia modernă, apoi teoria evoluției, pentru a explica cum au apărut treptat diversele specii și, nu în ultimul rând, teoria deplasării treptate a continentelor ca atare. Toate acestea își au rădăcinile în ideea timpului profund.

Ideile lui Hutton au constituit o provocare imensă și pentru gândirea ultrareligioasă deoarece, atunci când el scria, la sfârșitul cărții sale, că „nu găsim vestigii ale începuturilor – dar n-avem nici perspectiva unui sfârșit", acesta a contestat implicit atât ideea Genezei, cât și pe aceea a Apocalipsei.

Frumusețea perspectivei sale rămâne incontestabilă. Dacă ne uităm în abisul timpului, poate că nu ni se învârte capul, dar sigur ne percepem propria lipsă de semnificație în cadrul istoriei de 4,6 miliarde de ani a Pământului, ca și relevanța momentului bine definit din acest vast interval de timp în care ne-a fost dat să trăim.

SĂ PUNEM PSIHOTERAPIA PE O BAZĂ ȘTIINȚIFICĂ: CINCI LECȚII ELEMENTARE

ERIC R. KANDEL

Profesor universitar cu distincție Kavli de neuroștiință, Columbia University; scriitor, *The Age of Insight: The Quest to Understand the Unconscious in Art, Mind, and Brain, from Vienna 1900 to the Present*

Cum a reușit psihanaliza, altădată o metodă semnificativă de tratare a tulburărilor mentale nonpsihotice, să decadă așa de mult în ochii atât ai comunității medicale din Statele Unite, cât și ai publicului ca atare? Cum se poate schimba asta? Dați-mi voie să încerc să răspund la această întrebare, punând-o într-o perspectivă istorică.

Când încă eram student la Harvard, am fost atras de psihiatrie – și mai ales de psihanaliză. În perioada studiilor mele universitare, și anume 1960–1965, psihoterapia constituia metoda prioritară de tratare a tulburărilor mentale, iar această terapie s-a dezvoltat plecând de la psihanaliză și pe baza convingerii că este nevoie să înțelegem simptomele mentale în termenii rădăcinilor istorice pe care acestea și le trag din copilărie. Aceste forme de terapie durau ani întregi și nici rezultatele lor, nici mecanismele de funcționare nu erau studiate în mod sistematic deoarece demersul în sine era considerat cu mult prea dificil. Când au

avut succes, psihoterapia și psihanaliza le-au permis oamenilor să lucreze ceva mai eficient și să iubească un pic mai mult, iar munca și dragostea erau oricum dimensiuni considerate a fi greu de măsurat.

În anii 1960, Aaron Beck a schimbat complet situația, venind cu câteva inovații evident semnificative, dar nu mai puțin elegante și frumoase.

În primul rând, a introdus instrumente de măsurare a tulburărilor mentale. Până la contribuția lui Beck, cercetarea psihiatrică a cunoscut impedimentul unei lipse acute de tehnici de operaționalizare a diferitelor afecțiuni mentale și de măsurare a gradului lor de severitate. Beck a dezvoltat mai multe astfel de instrumente, pornind de la un inventar al depresiei, o scală a disperării și una a intențiilor suicidale. Aceste scale au contribuit la obiectivarea cercetării în psihopatologie și au pus bazele unor demersuri clinice cu rezultate mai bune.

În al doilea rând, Beck a introdus o formă de terapie pe termen scurt, bazată pe anumite date empirice, pe care a intitulat-o terapie cognitiv-comportamentală.

În al treilea rând, Beck a conferit un caracter practic metodelor de tratament; a conceput o carte de bucate, astfel ca metoda lui de lucru să le poată fi predată altora cu ușurință. Și eu, și voi putem, în principiu, învăța cum să practicăm terapia cognitiv-comportamentală.

În al patrulea rând, a desfășurat, cu ajutorul mai multor colegi, studii mai bine controlate din punct de vedere progresiv care să demonstreze faptul că terapia cognitiv-comportamentală funcționează mai eficient decât tot ce înseamnă placebo și la fel de eficient ca antidepresivele în cazul depresiilor ușoare și moderate. În depresia severă nu acționează la fel de eficient ca medicația antidepresivă, dar conlucrează cu aceasta din urmă pentru a spori șansele de recuperare.

Activitatea lui Beck a fost continuată de Helen Mayberg, un alt erou de-al meu în materie de psihiatrie. A efectuat studii de RMN pe pacienții depresivi și a descoperit că zona Brodmann 25 se constituie într-un conglomerat de activitate anormală în depresie. A mers mai departe pentru a descoperi că dacă – și numai dacă – un pacient răspundea la terapia

cognitiv-comportamentală sau la antidepresivele SSRI[1] (inhibitori selectivi ai recaptării serotoninei), această anomalie revenea la normal.

Ceea ce consider a fi interesant în tot acest context este întrebarea de tip *Edge*: cu ce explicație elegantă și profundă a venit Aaron Beck în activitatea sa care l-a deosebit de restul generației mele de psihoterapeuți și i-a conferit atâta originalitate?

Beck s-a format ca psihanalist în Philadelphia, dar a ajuns să fie curând influențat de ideea cu caracter radical că aspectul central în multe dintre tulburările psihiatrice nu-l constituie conflictul din planul inconștient, ci tiparele modificate de gândire. A ajuns la această idee ascultându-și pacienții cu depresie cu o minte critică, dar și deschisă. În activitatea sa timpurie asupra depresiei, Beck a urmărit să cerceteze o anumită idee psihanalitică: că depresia se datorează unei „furii interiorizate". Se considera că pacienții care sufereau de depresie s-au confruntat cu stări profunde de ostilitate și furie în relația cu o persoană dragă. Pentru că nu au putut face față faptului de a resimți ostilitate față de cineva iubit, cei în cauză și-au reprimat furia și au direcționat-o în plan interior, spre propria persoană. Beck a verificat această ipoteză comparând visurile – calea regală spre inconștient – ale pacienților depresivi cu cele ale pacienților nedepresivi și a descoperit că, în plan oniric, pacienții depresivi manifestau, dacă nu altceva, măcar mai puțină ostilitate decât cei nedepresivi. În schimb, și-n stare de somn, și-n stare de veghe, pacienții cu depresie manifestau o înclinație puternic negativă în plan cognitiv în ceea ce privește modul în care gândeau despre ei înșiși sau despre viitorul lor. Se percepeau pe ei înșiși ca fiind niște „ratați".

Beck a considerat că aceste tipare modificate de gândire nu sunt doar un simptom, ca reflexie a unui conflict care se manifestă în profunzimea psihicului, ci un agent etiologic esențial în perpetuarea tulburării mentale. Asta l-a condus spre dezvoltarea unui tratament

[1] Acronimul SSRI din limba engleză este folosit pentru sintagma *selective serotonin reuptake inhibitors* (n. tr.).

psihologic sistematic pentru depresie care se concentrează asupra acestor tipare modificate de gândire. A descoperit că faptul de a spori capacitatea de obiectivare a pacienților cu referire la răstălmăcirea situațiilor pe care le traversează sau la distorsiunile cognitive și la așteptările negative pe care le practică a avut ca rezultat o serie de modificări substanțiale în plan mental și de îmbunătățiri substanțiale în plan afectiv și comportamental.

Pe parcursul activității sale asupra depresiei, Beck s-a concentrat asupra sinuciderii și a oferit pentru prima dată o bază rațională pentru clasificarea și evaluarea comportamentelor suicidare, făcând posibilă identificarea persoanelor care prezentau un grad crescut de risc în acest sens. Studiul său prospectiv asupra a nouă mii de pacienți a dus la formularea unui algoritm de prezicere a unui viitor act de sinucidere care s-a dovedit a prezenta un factor predictiv ridicat. O semnificație deosebită i-a revenit faptului că Beck a identificat, într-o serie de variabile clinice și psihologice precum sentimentul de inutilitate și neajutorare, factori predictivi suicidari. Aceștia s-au dovedit a fi predictori mai eficienți ai sinuciderii decât depresia clinică *per se*. Activitatea lui Beck asupra sinuciderii – dar și a altora, precum John Mann de la Columbia – a demonstrat că o intervenție cognitivă pe termen scurt poate reduce semnificativ numărul tentativelor ulterioare de sinucidere.

În anii 1970, Beck a desfășurat cercetările controlate menționate mai sus. Ulterior, National Institute of Mental Health a pus în practică studii asemănătoare, iar cele două demersuri corelate au dus la impunerea terapiei cognitive drept primul tratament psihologic care și-a dovedit eficiența în tratarea depresiei clinice.

La scurt timp după ce s-a descoperit că terapia cognitivă funcționează optim în tratamentul depresiei, Beck s-a orientat și spre alte tulburări mentale. În cadrul mai multor cercetări clinice controlate, a demonstrat că terapia cognitivă este eficientă în atacul de panică, în situații de stres posttraumatic și în tulburarea obsesiv-compulsivă. De fapt, chiar înainte de activitatea lui Helen Mayberg asupra depresiei, Lewis Baxter de la UCLA a aplicat tehnicile imagisticii medicale în cazul

unor pacienți cu tulburare obsesiv-compulsivă și a descoperit anomalii în nucleul caudat, care au fost eliminate atunci când s-au aplicat tehnicile terapiei cognitiv-comportamentale.

Aaron Beck s-a orientat relativ recent și asupra pacienților diagnosticați cu schizofrenie și a constatat că terapia cognitivă contribuie la ameliorarea simptomelor cognitive negative, mai ales a deficitelor motivaționale. Ceea ce a constituit un alt progres semnificativ.

Ca să revenim de unde am plecat, răspunsul în ceea ce privește declinul psihanalizei s-ar putea să nu rezide atât în limitele inerente gândirii freudiene, cât mai ales în lipsa unei atitudini profunde, critice, științifice, caracteristice multora dintre generațiile de terapeuți care i-au urmat. Prea puțin mă îndoiesc, eu personal, că terapia autoanalitică nu este extrem de utilă ca terapie și există studii care să-mi susțină opinia. Dar un argument elegant, profund și frumos necesită elaborarea unui set de abordări care și-au dovedit validitatea pentru susținerea convingătoare a unei cauze și chiar pentru a ne ajuta să ne facem o idee despre cum se ajunge la un rezultat terapeutic dorit.

OBIECTE DE TRANZIȚIE

SHERRY TURKLE

Profesor cu distincție Abby Rockefeller Mauzé de studii sociale de știință și tehnologie la MIT; scriitor, *Alone Together: Why We Expect More from Technology and Less from Each Other*

La mijlocul anilor 1970 eram student la psihologie la Harvard University. Marele experiment de la Harvard de „Relații sociale" tocmai eșuase. Ambiția sa fusese aceea de a reuni științele sociale într-un singur departament – adică să le aducă pe majoritatea într-un singur corp de clădire, William James Hall. Psihologia clinică, psihologia experimentală, antropologia fizică și culturală și sociologia – toate acestea urmau să se afle într-o vecinătate imediată și într-o colaborare intensă.

S-a întâmplat însă că fiecare a revenit în propriul departament și în propriul spațiu. Din punctul meu de vedere, cel mai dificil a fost faptul că oamenii care se ocupau cu studiul gândirii se aflau pe un etaj, iar cei care se ocupau cu studiul afectelor, pe alt etaj.

În acest univers balcanizat am urmat un curs al lui George Goethals, în cadrul căruia am învățat despre pasiunea în gândire și despre structura logică care susține pasiunea. Goethals, psiholog specializat pe probleme de adolescență, ținea și un seminar de psihanaliză pentru absolvenți. Acesta punea accent pe o anumită școală a gândirii analitice:

teoria relației dintre obiecte de sorginte britanică. Această tradiție psihanalitică era atentă la o întrebare debusolant de simplă: Cum îi facem pe oameni să relaționeze și ce semnificație au ei în „interiorul" nostru? Cum ne ajută aceste interiorizări să evoluăm și să ne schimbăm? „Obiectele" prezente în denumirea teoriei erau, de fapt, oamenii.

Au fost consacrate mai multe sesiuni activității lui David Winnicott și noțiunii sale de obiecte de tranziție. Winnicott consideră a fi „de tranziție" obiectele din copilărie – animalele de pluș, atingerea de mătase a unei păturici de bebeluș, perna preferată – pe care cel mic le percepe a fi atât parte a propriului sine, cât și a realității exterioare. Winnicott considera că obiectele de felul acesta stabilesc un raport de mediere între sentimentul copilului de legătură cu corpul matern și conștientizarea crescândă a faptului că este o ființă de sine stătătoare. Obiectele de tranziție din perioada primei copilării sunt menite să fie abandonate; cu toate acestea, susține Winnicott, ele lasă urme care ne vor marca pentru tot restul vieții. Mai exact, acestea influențează ușurința cu care individul își dezvoltă capacitatea de a se bucura, simțul estetic și imaginația creatoare. Obiectele de tranziție, prin dubla relație stabilită și cu sine, și cu ceilalți, îi arată copilului că obiectele din universul ambiant merită afecțiunea sa.

Winnicott susține că în toate etapele vieții căutăm în continuare obiecte pe care să le percepem a fi atât interioare, cât și exterioare sinelui. Renunțăm la păturica de bebeluș, dar căutăm în continuare sentimentul de identitate pe care aceasta ni l-a oferit. Și descoperim asta în momentele în care ne simțim „a fi una" cu lumea – altfel spus, ceea ce Freud numea „sentimentul oceanic". Avem parte de asemenea momente atunci când suntem una cu o piesă de artă, cu un peisaj din natură, cu o experiență sexuală.

Ca propunere științifică, teoria obiectelor în tranziție își are propriile limite. Dar ca modalitate de a concepe relaționarea, ne oferă un instrument solid de gândire. Mai exact, mie mi-a pus la dispoziție o modalitate de a începe să înțeleg relațiile de tip nou pe care oamenii ajunseseră deja să le stabilească cu computerele – ceva ce am început să studiez

la sfârșitul anilor 1970 și începutul anilor 1980. Încă din start, din primele etape de studiu dedicate de mine culturii digitale în plină afirmare, mi-am dat seama că aceste computere nu erau niște „simple instrumente". Erau mașini dotate cu propria intimitate. Oamenii le percepeau ca parte a sinelui, separate de acesta, dar în strânsă legătură cu el.

Un scriitor care folosea un program de procesare a cuvintelor vorbea despre „ESP-ul meu cu dispozitivul. Cuvintele parcă plutesc. Îmi împart monitorul cu propriile cuvinte." Un arhitect care folosea computerul pentru proiectele sale de design a mers și mai departe: „Nu-mi proiectez construcția în plan mental până ce nu încep să mă joc cu formele și contururile pe computer. Aceasta prinde viață în spațiul dintre ochii mei și monitor." După ce a studiat programarea, o fată de treisprezece ani spunea că, atunci când lucrezi pe computer, „percepi o părticică din propria-ți minte, alături de o părticică din mintea computerului, și ajungi astfel să te percepi pe tine însuți diferit". Un programator vorbea despre „contopirea mentală vulcanică" cu computerul.

Când am început să cercetez forța extraordinară de evocare a computerului, mi-a revenit în memorie intervalul de timp petrecut cu George Goethals și cercul restrâns de absolvenți de la Harvard preocupați de Winnicott. Computerele funcționează ca niște obiecte de tranziție. Ne ajută să ne întoarcem la sentimentul de „a fi una" cu lumea. Adesea se întâmplă ca muzicienii să-și audă melodiile în minte înainte de a le interpreta ca atare, trăind experiența aceasta dinspre interior spre exterior. În mod asemănător, computerul poate fi perceput ca un obiect aflat la granița dintre ceea ce este sinele și ceea ce nu ține de sine. Așa cum instrumentele muzicale pot fi niște extensii ale procesului mental de elaborare a sunetului, computerele pot fi extensii ale procesului mental de elaborare a ideilor.

Această modalitate de a gândi despre computere, ca obiecte cu putere de evocare, ne proiectează în interiorul unei glume care se face pe seama interiorității. Asta, deoarece, ori de câte ori psihanaliștii vorbesc despre relațiile dintre obiecte, aceștia vorbesc întotdeauna despre oameni. Încă de la început, oamenii au perceput computerele ca fiind

„aproape însufleţite" sau „oarecum însufleţite". Odată cu computerul, psihanaliza relaţiilor dintre obiecte poate fi aplicată acum, ei bine, obiectelor ca atare. Oamenii au ajuns să se simtă a fi una cu jocurile video, cu liniile de cod, cu avatarurile lor din universurile virtuale, cu smartphone-urile lor. Clasicele obiecte de tranziţie vor ajunge să fie abandonate, iar forţa lor să fie restabilită în momentele unor experienţe revelatorii. Atunci când dispozitivele noastre digitale actuale – smartphone-urile şi telefoanele noastre mobile – preiau puterea obiectelor de tranziţie, o nouă abordare psihologică prinde viaţă. Aceste obiecte digitale nu vor ajunge niciodată să fie abandonate. Suntem făcuţi să devenim cyborgi.

SELECȚIA NATURALĂ ESTE SIMPLĂ, DAR SISTEMELE PE CARE LE CONFIGUREAZĂ SUNT INCREDIBIL DE COMPLEXE

RANDOLPH NESSE

Profesor de psihiatrie și psihologie, University of Michigan; coautor (alături de George C. Williams), *Why We Get Sick: The New Science of Darwinian Medicine*

Principiul selecției naturale este incredibil de simplu. Când câțiva indivizi din cadrul unei populații prezintă o trăsătură care se poate moșteni, asociată cu faptul de a avea mai mulți urmași, trăsătura respectivă ajunge să fie mai răspândită la nivelul acelei populații în rândul generațiilor următoare.

Produsele selecției naturale sunt însă extrem de complexe. Nu sunt complicate în felul în care spunem despre mașini că sunt complicate; primele sunt complexe din punct de vedere organic în moduri fundamental diferite de orice alt produs de design. Iar asta le face greu de descris sau de înțeles pentru mintea umană. Așa că vom apela la acel mare gambit omenesc de înțelegere care este metafora – în acest caz, corpul omenesc ca o mașină.

Această metaforă ne ajută să ne înfățișăm cu ușurință sistemele care intermediază diviziunea celulară, reacțiile imune, reglarea nivelului glicemic și toate celelalte folosind pătrate pentru părțile componente și săgeți pentru a sugera ce anume le cauzează. Aceste reprezentări grafice sintetizează informațiile semnificative într-un mod accesibil nouă. Profesorii folosesc acest instrument de predare. Elevii memorează conștiincios aceste reprezentări. Dar și unii, și alții denaturează caracterul complexității organice. Așa cum consemna John Scott Haldane într-o carte vizionară din 1917, „un organism viu nu seamănă, într-adevăr, decât în mică măsură, cu o mașină obișnuită".[1] Mașinile sunt proiectate; prezintă mici părți componente cu funcții specifice și majoritatea rămân intacte atunci când sunt decuplate de la sursă. Exemplarele individuale sunt produse urmându-se copii identice ale unui prototip. Prin opoziție, organismele evoluează. Prezintă părți componente cu granițe mobile și funcții multiple, care interacționează cu nenumărate ale părți componente și cu mediul înconjurător pentru a genera sisteme de reproducere capabile să se autosusțină și a căror supraviețuire necesită o activitate constantă și raporturi de cooperare cu mii de subsisteme interdependente. Organismele individuale se dezvoltă pornind de la combinații unice de gene care interacționează una cu alta și cu diferite contexte de mediu pentru a da naștere fenotipurilor, între care nu există două la fel.

Faptul de a gândi corpul omenesc în termenii unei mașini a reprezentat un mare progres pentru secolul al XVI-lea, când s-a manifestat ca o alternativă la vitalism și la noțiunile vagi despre forța vieții. În prezent, însă, este depășit. Ne distorsionează perspectiva asupra sistemelor biologice, perpetuând tendința de a le concepe ca fiind mai simple și mai sensibil „proiectate" decât sunt de fapt. Experții știu însă mai bine. Aceștia recunosc că mecanismele de reglare ale coagulării sângelui sunt reprezentate doar grosier de către diagramele ordonate pe care le

[1] John Scott Haldane, *Organism and Environment as Illustrated by the Physiology of Breathing*, New Haven, CT: Yale University Press, 1917, p. 91.

învață pe de rost studenții de la Medicină; majoritatea moleculelor din sistemul de coagulare a sângelui interacționează cu multe alte molecule. Experții care cercetează amigdala știu că aceasta exercită nenumărate funcții, nu doar una sau două, și că acestea sunt legate prin zeci de conexiuni de alte loci[1] cerebrale. Serotonina nu există în primul rând ca să regleze dispoziția și anxietatea; aceasta este esențială pentru tonusul vascular, motilitatea intestinală și depunerile de calciu din oase. Leptina nu este doar un hormon lipidic; aceasta are funcții multiple, specializate să se manifeste diferit în momente diferite, chiar și în cadrul unei singure celule. Realitatea sistemelor organice are un caracter extrem de încurcat. Ce frumos ar fi fost ca părțile lor componente să fie distincte, fiecare cu funcțiile sale specifice! Din nefericire, aceste sisteme nu seamănă deloc cu mașinile. Mintea noastră omenească manifestă la fel de puțină intuiție pentru complexitatea organică pe cât este de capabilă și în privința fizicii cuantice.

Programele recente de genetică abordează această problemă. Denumirea genelor potrivit funcțiilor sale acceptate este un fapt la fel de natural precum acela de a defini scaunele sau bărcile ținând cont de funcționalitatea lor. Dacă fiecare genă ar fi fost ca o cutie în cadrul unui prototip purtând eticheta funcției sale specifice, biologia ar fi fost mult mai ușor de înțeles! În orice caz, devine din ce în ce mai limpede că majoritatea trăsăturilor sunt influențate de o multitudine de gene și, reciproc, că majoritatea genelor influențează o multitudine de trăsături. De exemplu, aproximativ optzeci de procente din variațiile privind înălțimea la oameni sunt strâns legate de variațiile genetice. Ar putea părea simplu să descoperim genele responsabile în acest sens. Însă demersul de căutare a lor a scos în evidență că 180 de loci care exercită, laolaltă, cele mai puternice efecte susțin doar aproximativ zece procente din variația fenotipică. Descoperirile recente de genetică medicală sunt încă și mai descurajante. Cu numai zece ani în urmă, aveam

[1] Prin *locus* (pl. *loci*) în genetică se înțelege poziția unei gene sau a unei secvențe ADN pe un cromozom (n. tr.).

speranța că vom afla curând care sunt variațiile genetice responsabile de bolile moștenite genetic, precum schizofrenia sau autismul. Demersul, însă, de scanare a întregului genom uman a evidențiat că nu există alele[1] comune cu efecte proeminente asupra acestor afecțiuni. Unii spun că ar fi trebuit să ne dăm seama de asta. Selecția naturală ar fi putut, la urma urmelor, manifesta tendința de a elimina alelele care cauzează boala respectivă. Doar că faptul de a concepe organismul uman în termenii unei mașini a întreținut speranțe deșarte.

Marea revelație a unor neurologi constă în a cerceta fiecare moleculă și conexiune ce caracterizează toate circuitele cu scopul de a înțelege cum funcționează creierul. Moleculele, locii și conexiunile chiar corespund unor funcții diferite; aceste informații științifice prezintă o mare importanță pentru starea de sănătate a oamenilor. Dar faptul de a înțelege cum funcționează creierul prin realizarea unei diagrame care să descrie toate părțile sale componente, conexiunile dintre acestea și funcțiile lor este un vis ce s-ar putea dovedi irealizabil. Problema nu constă în a îngrămădi un milion de elemente pe o pagină; problema este că nicio asemenea diagramă nu poate descrie adecvat structura sistemelor organice. Acestea sunt produsele unor modificări minore (ca urmare a diverselor mutații, a migrării, permutării și selecției) care se dezvoltă în cadrul unor sisteme cu părți componente insuficient diferențiate și cu conexiuni uneori incomprehensibile – sisteme care nu funcționează foarte bine, într-adevăr. Încercarea de a reproiecta sistemele cerebrale face ca atenția să se concentreze asupra relevanței lor funcționale, dar este un demers inerent limitat deoarece sistemele cerebrale nu au fost proiectate, în primul rând.

Selecția naturală configurează sisteme a căror complexitate nu poate fi descrisă în termeni satisfăcători pentru capacitatea umană de înțelegere. Unii ar considera nihilistă această opinie. Fără doar și poate că dezavuează speranțele de găsire a unor descrieri specifice și clare corespunzătoare tuturor sistemelor biologice. Oricum ar fi, să recunoaștem

[1] Alela reprezintă o variantă a unei secvențe ADN situată pe un anumit locus (n. tr.).

caracterul dezesperant al unei întreprinderi constituie, adesea, o cheie a progresului. După cum consemna Haldane, „ne aflăm astfel în fața unei concluzii care, pentru un biolog, este la fel de semnificativă și de fundamentală, și la fel de autentică pe cât sunt și faptele cercetate, cum este concluzia persistenței masei pentru fizicieni... Structura unui organism viu nu seamănă nici pe departe cu aceea a unei mașini în ceea ce privește manifestarea sa... În cadrul organismului viu, ...«structura» constituie doar o aparență dată de ceea ce inițial seamănă cu fluxul constant al unui anumit material, care începe și se sfârșește în mediul înconjurător."[1]

În cazul în care corpul omenesc nu este ca o mașină, atunci cu ce seamănă acesta? El seamănă mai degrabă cu „desișul" lui Darwin, cu „formele sale minuțios construite, atât de diferite unele de altele, dar dependente unele de altele într-o manieră atât de complexă."[2] Minunat. Dar poate o metaforă de natură ecologică să substituie metafora corpului ca o mașină? Nu prea. Poate că va veni ziua în care înțelegerea felului în care selecția naturală modelează complexitatea organică va fi atât de pătrunzătoare și de vastă încât oamenii de știință să poată spune că „un organism uman este asemenea... unui organism viu" și fiecare să-și poată da foarte bine seama ce-o mai fi însemnând și asta.

[1] Haldane, *Organization and Environment*, p. 99.

[2] Charles Darwin, *On the Origin of Species*, Londra, John Murray, 1872, p. 429.

CUM SĂ-ȚI VINĂ O IDEE BUNĂ

MARCEL KINSBOURNE

Profesor de psihologie, The New School; coautor (împreună cu Paula J. Kaplan), *Children's Learning and Attention Problems*

Nu trebuie să fii neapărat om ca să-ți vină o idee bună. Poți, la fel de bine, să fii și pește.

În apele microneziene de mică adâncime există o specie de pește de mari dimensiuni care se hrănește cu pești mai mici. Aceștia trăiesc în găuri pe care le sapă în mâl, dar uneori ies la suprafață ca să se hrănească. Peștele mare începe să îndoape cu pești mai mici, înghițindu-i unul câte unul, dar aceștia se retrag imediat în mâl, pe când peștele mare de-abia și-a început festinul. Ce e de făcut?

Am prezentat problema aceasta în fața cursanților mei pe parcursul anilor și țin minte doar un singur student care să fi venit cu Ideea Bună atribuibilă peștelui mare. Firește că ideea aceasta l-a vizitat după ce a reflectat puțin, nu chiar cât milioane de ani de evoluție, dar cine mai stă să socotească timpul?

Iată care-i șmecheria. Când apare bancul de pești mici, în loc să se repeadă să-i înghită, peștele mare ar trebui să se scufunde, astfel încât să se târască cu burta pe mâl, ca să acopere găurile de scăpare. După care se poate ospăta în voie.

Ce învățăm de aici? Ca să-ți vină o idee bună, ar trebui să renunți la cele proaste. Șmecheria a constat în blocarea tentativelor facile, evidente, dar ineficiente, ceea ce favorizează conturarea mentală a unei soluții mai bune. Asta a funcționat în cazul peștelui mare printr-un mecanism de mutație și de selecție naturală activat în trecutul speciei sale. În loc să ne tot cramponăm de ceea ce este evident – din cauza obsesiei de a mânca mai repede, a înghiți mai mult etc. –, ar trebui să rebutăm planul A, pentru ca planul B să poată pluti spre noi nestingherit. În cazul oamenilor, dacă nici a doua soluție nu funcționează, atunci ar trebui s-o blocheze și pe aceasta și să aștepte. O a treia va prinde contur în plan conștient, și așa mai departe, până când se va soluționa ceea ce părea de nerezolvat, chiar dacă se impune renunțarea la premisele cele mai evidente, intuitiv vorbind.

În cazul novicilor, Ideea Bună ar putea părea de factură magică, ca un fel de revelație intelectuală. Este mult mai probabil, însă, ca aceasta să fi apărut ca urmare a unui proces reiterat, așa cum am subliniat anterior, bazat pe suficiente experiențe care să ne îndemne să renunțăm la premisele seducătoare, dar inoperante. Numai așa este posibilă iruperea extraordinarului, pas cu pas, din planul „ordinar".

Conturarea unei idei bune este departe de a fi o raritate în procesul evolutiv al celorlalte specii decât cea umană. Într-adevăr, multe, dacă nu majoritatea speciilor, au nevoie de o idee sau de un subterfugiu care să funcționeze suficient de bine pentru ca acestea să-și poată continua existența. Dar, indiscutabil, este posibil ca acestea să nu fie capabile să extrapoleze un principiu plecând de la contextul în care s-a manifestat inițial și să-l generalizeze, așa cum pot (uneori) oamenii, meritele revenindu-i cortexului prefrontal.

Atunci când cele mai strălucite minți nu reușesc să rezolve o problemă bătută în cuie de-a lungul unor decenii sau secole de încercări, cu siguranță că acestea s-au lăsat subjugate de o premisă atât de „fixă" din punct de vedere cultural, încât nici nu și-au pus problema că ar trebui să-i testeze limitele – sau nici măcar n-au băgat-o-n seamă. Se întâmplă însă ca un anumit context cultural să se modifice, iar ceea ce

părea de-a dreptul evident ieri să devină măcar suspect astăzi sau mâine. Mai devreme sau mai târziu, există posibilitatea potrivit căreia cineva care s-ar putea să nu fie cu nimic mai înzestrat intelectual decât înaintașii, dar care nici nu se lasă încătușat de niște presupoziții esențiale, însă nefuncționale, să descopere soluția cu relativă ușurință.

Sau, în altă variantă, ne putem comporta ca peștii, așteptând un milion sau două de ani ca să vedem ce se mai întâmplă.

DIN GURA PRUNCILOR

NICHOLAS A. CHRISTAKIS

Fizician și sociolog, Harvard University; coautor (împreună cu James Fowler), *Connected: The Surprising Power of Our Social Networks and How They Shape Our Lives*

Explicația mea preferată este una la care m-am gândit încă din copilărie. De ce e cerul albastru? O întrebare pe care o pune orice copil, dar și majoritatea oamenilor de știință, începând cu Aristotel și până la Leonardo da Vinci, Isaac Newton, Johannes Kepler, René Descartes, Leonhard Euler și chiar Albert Einstein.

Unul dintre aspectele care-mi plac cel mai mult în privința acestei explicații – dincolo de simplitatea dezarmantă a întrebării în sine – se referă la toate secolele de efort care au fost necesare ca să se ajungă aici și la toate ramurile științei pe care le îmbrățișează.

Spre deosebire de alte fenomene curente, precum răsăritul și apusul soarelui, culoarea cerului nu a dat naștere unei mitologii prea bogate, nici chiar în rândul grecilor sau al chinezilor. Existau prea puține explicații științifice pentru culoarea cerului. I-a trebuit ceva timp cerului azuriu să devină subiect de problematizare, dar, când s-a întâmplat asta, ne-a reținut tuturor atenția (științifică). Cum de are culoare atmosfera, dacă aerul pe care-l respirăm nu are?

Aristotel a fost primul, din câte știm, care s-a întrebat de ce este cerul albastru. Răspunsul dat de el, în tratatul lui *Despre culori*, este că aerul din jur este limpede și că aerul profund al cerului este albastru în același mod în care o peliculă subțire de apă este limpede, pe când o apă adâncă pare neagră. Această idee și-a găsit încă ecou și în secolul al XIII-lea, odată cu Roger Bacon. La rândul său, Kepler a revigorat o explicație asemănătoare, argumentând că aerul pare, pur și simplu, incolor pentru că nuanța sa este foarte palidă atunci când e vorba despre un strat subțire de aer. Niciunul dintre gânditorii invocați n-a venit însă cu o explicație pentru *culoarea albastră* a atmosferei.

În *Codex Leicester*, Leonardo da Vinci, scriind la începutul secolului al XVI-lea, consemna următoarele: „Cred că acest albastru pe care-l vedem în atmosferă nu reprezintă culoarea sa propriu-zisă, ci este produs de umiditatea caldă care s-a evaporat în cele mai imperceptibile și mai minuscule particule, pe care le atrag apoi razele de soare și le fac să pară strălucitoare în contrast cu întunericul profund, intens, al zonei de foc care formează ca un acoperiș deasupra lor." Vai de mine, nici Leonardo n-a prea reușit să explice de ce particulele cu pricina sunt totuși de culoare albastră.

Newton și-a adus și el contribuția în acest sens, atât prin aceea că s-a întrebat de ce anume cerul este albastru, dar și prin faptul că a demonstrat, prin experimentele sale inovatoare de refracție, că lumina de culoare albă poate fi descompusă în culorile care o alcătuiesc.

Mulți oameni de știință, fie uitați de-acum, fie încă prezenți în memoria noastră, i s-au alăturat acestui demers, de la Newton încoace. Ce anume poate refracta mai multă lumină albastră către ochii noștri? În 1760, matematicianul Leonhard Euler a emis speculația că teoria de undă a luminii ne poate ajuta să explicăm de ce este cerul albastru. Secolul al XIX-lea a fost martorul unei puzderii de experimente și observații de toate felurile, de la expedițiile de cucerire a unor vârfuri montane în scopuri de cercetare până la eforturile elaborate de a recrea aerul albastru la sticlă – așa cum s-a consemnat în minunata carte a lui Peter Pesic, *Sky in a Bottle*. Au fost făcute nenumărate observații

minuțioase ale culorii albastre a cerului în diverse regiuni, la diferite altitudini și în momente diferite, inclusiv cu ajutorul dispozitivului personalizat numit cianometru. Horace-Bénédict de Saussure a inventat primul cianometru în anul 1789. Versiunea sa era prevăzută cu cincizeci și trei de secțiuni cu diferite nuanțe de albastru dispuse circular. Saussure a presupus că un element prezent în aer trebuie să fie responsabil pentru culoarea albastră.

Într-adevăr, pentru foarte mult timp s-a bănuit că un anumit element din aer determina transformarea luminii, făcând-o să pară de culoare albastră. În cele din urmă, s-a constatat că tocmai *aerul ca atare* făcea asta – moleculele gazoase care compun aerul sunt elementele esențiale care-l fac să pară albastru. Iar în felul acesta culoarea albastră a cerului se leagă de descoperirea realității fizice a atomilor. Culoarea cerului e strâns legată de teoria atomilor și chiar și de numărul lui Avogadro. Ulterior, asta i-a reținut atenția lui Einstein în intervalul de timp cuprins între 1905 și 1910.

Prin urmare, cerul este albastru pentru că lumina incidentă interacționează cu moleculele gazoase din aer în așa fel încât este difuzată mai multă lumină din zona albastră a spectrului, aceasta intrând apoi în contact cu ochii la suprafața pământului. Toate undele de frecvență ale luminii incidente pot fi difuzate astfel, dar albastrul de frecvență înaltă (cu o lungime de undă scurtă) este difuzat într-o proporție mai mare decât frecvențele joase, în cadrul unui proces cunoscut drept difuzia Rayleigh, descris în anii 1870. John William Strutt, lordul Rayleigh, căruia i s-a decernat Premiul Nobel pentru fizică în 1904 pentru descoperirea argonului, a demonstrat că, atunci când lungimea de undă a luminii are aceeași valoare ca aceea a moleculelor de gaz, intensitatea luminii difuzate variază invers proporțional cu a patra putere a lungimii sale de undă. Lungimile de undă mai scurte precum albastrul (și violetul) sunt difuzate mai mult decât cele mai mari. Este ca și cum toate moleculele din aer ar avea o preferință pentru o strălucire de culoare albastră, pe care o vedem mai apoi peste tot în jurul nostru.

Totuși, cerul ar trebui să ni se pară de culoare violet, dat fiind că lumina violet este difuzată mai mult decât lumina albastră. Dar cerul nu ni se pare a fi violet datorită ultimei piese de puzzle, aceea de natură biologică, reprezentată de configurația vederii noastre: ochii sunt mai sensibili la culoarea albastră decât la cea violet.

Explicarea motivului pentru care cerul este albastru implică mai multe aspecte legate de științele naturale: culorile din spectrul vizual, caracterul de undă al luminii, unghiul în care lumina soarelui intră în contact cu atmosfera, matematica difuziei, mărimea moleculelor de nitrogen și oxigen și însuși modul în care ochii noștri percep lumina. Foarte multă știință se află, așadar, într-o întrebare de copii.

FRUMUSEȚEA UNUI RĂSĂRIT

PHILIP CAMPBELL

Redactor-șef *Nature*

Când mi-am descoperit interesul pentru fizică, profunzimile explicațiilor sale mi se păreau copleșitoare în contexte de-a dreptul ezoterice. De exemplu, legătura dintre materie, energie și relativitatea în general a spațiului și timpului părea (și chiar este) o explicație extraordinar de elegantă și profundă.

În prezent, mă simt încă și mai copleșit de explicațiile pline de forță care stau în spatele lucrurilor pe care le vedem în jurul nostru și care sunt, mult prea ușor, luate de bune. Și mă pomenesc atras într-un context experimentat în fiecare zi de către fiecare dintre noi.

> Ce generos e că soarele însuși
> sosind mereu cu-aceeași consecvență
> (neostoind măcar pentru o clipă
> în chip misterios să-nceapă ziua) [tr. n.]

Astfel scria e. e. cummings în paragraful inițial al aprecierii sale lirice la adresa soarelui. Cuvintele sale surprindeau un moment al zilei, răsăritul, al cărui sentiment omenesc corelat de insignifianță și mister poate

fi aprofundat, în cazul unora, doar de aprecierea a (cel puțin) trei mari explicații care stau în spatele acestui fenomen. Și fiecare dintre ele prezintă cel puțin una dintre calitățile impuse de întrebarea *Edge*: profunzime, eleganță și frumusețe.

Dacă sunteți atenți la asemenea lucruri și dacă (asemenea mie) trăiți în extremitatea nordică, veți ști care este amplitudinea liniei orizontului pe care o cuprindeți de acasă, întinzându-se de la sud la nord, de-a lungul căreia răsăritul își modifică poziția pe parcursul anului, cu răsăritul ivindu-se mai târziu atunci când soarele se mișcă spre nord și zilele se scurtează, și cu o mișcare inversă la solstițiul de iarnă. Iar dincolo de această manifestare destul de complexă rezidă adevărul simplu al loialității soarelui – putem avea deplină încredere că se va ivi din nou undeva spre est în fiecare dimineață.

Asemenea unei capodopere artistice, o explicație științifică aparte nu-și pierde nimic din forța de a ne pune din nou în uimire ori de câte ori o facem obiectul cercetării noastre. La fel stau lucrurile și cu înțelegerea faptului că ciclurile acelea zilnice și anuale ale răsăritului pot fi explicate prin mișcarea înclinată de rotație a Pământului în jurul Soarelui, a cărui direcție axială medie poate fi considerată fixă în raport cu stelele datorită încă unei misterioase legi de conservare.

Spre deosebire de celelalte două explicații alese de mine, aceasta a trebuit să se confrunte, decenii întregi, cu scepticismul oamenilor de știință. Perspectiva heliocentrică asupra sistemului solar, elaborată de Copernic la jumătatea secolului al XVI-lea, nu a fost pe deplin acceptată până târziu în secolul al XVII-lea. Pentru mine, triumful de atunci asupra combinației de scepticism științific și ostilitate religioasă nu face decât să sporească farmecul acestei explicații.

Mai există o explicație, cu siguranță elegantă, care se află în spatele nuanțelor schimbătoare ale cerului când răsare soarele. Lordul Rayleigh i-a urmat lui James Clerk Maxwell ca profesor de fizică cu distincția Cavendish la Cambridge. Una dintre primele sale realizări a constat în a deduce legile difuziei luminii. Primul efort întreprins de el s-a soldat cu un răspuns corect pornind de la un fundament inoperant – difuzia

luminii în eter rarefiat. Deși existența unui asemenea tip de eter nu s-a dovedit a fi o eroare decât după câțiva ani, lordul Rayleigh și-a refăcut calculele apelând la teoriile profund unificatoare ale electromagnetismului, așa cum au fost acestea elaborate de Maxwell. „Difuzia Rayleigh" reprezintă expresia acelor teorii în contexte în care o undă electromagnetică întâlnește particule polarizate electric mult mai mici decât lungimea sa de undă. Rayleigh a descoperit că gradul de difuzie este invers proporțional cu a patra putere a lungimii de undă. Până în 1899, acesta dovedise că moleculele de aer ca atare erau agenți puternici de difuzie.

Astfel, printr-o îngemănare de argumente, a fost elaborată explicația fundamentală a motivului pentru care cerul este albastru, iar răsăriturile, roșii. Lumina albastră este difuzată în mai mare măsură de către moleculele de aer decât lumina lungimilor de undă mai mari. Discul soarelui capătă, prin urmare, culoare roșie, cu atât mai mult atunci când este văzut prin prisma amplului parcurs atmosferic de la răsărit și de la apus. (Pentru a înțelege pe deplin efectul care se creează, trebuie să luați în considerare și spectrul solar, și reacțiile ochiului omenesc.) Norișorii rozalii care sporesc atât de mult frumusețea răsăritului sunt formați din picături de aproximativ aceeași mărime, ce contribuie la difuzia lungimilor de undă ale luminii solare roșietice mai mult decât o fac moleculele de aer – coloristic vorbind, ce vedeți voi este ce pot ele face.

Cea de-a treia explicație care se află în spatele unui răsărit este și cea mai profundă din punct de vedere conceptual și cosmologic. Ce anume se întâmplă în structura solară care să-i genereze lumina și căldura aparent eterne? Înțelegerea reacțiilor nucleare care au loc în centrul soarelui a constituit doar o parte a explicației care, mulțumită mai ales lui Burbidge, Fowler și Hoyle în 1957[1], ne-a permis să înțelegem simultan nu doar lumina provenită de la multe tipuri de corpuri stelare, dar și motivul pentru care aproape toate elementele chimice formate pe cale naturală sunt produse peste tot în cuprinsul universului: prin reacții în lanț generate în sfere de gaz stabile sau catastrofal de instabile

[1] „Synthesis of the Elements in Stars", *Rev. Mod. Phys.*, 29: 4, 547–650 (1957).

în diferitele lor etape de evoluție stelară, acționate de influențele schimbătoare ale tuturor forțelor fundamentale ale naturii – forța de gravitație, electromagnetismul și forțele nucleare slabe sau puternice.

Cititorii *Edge* sunt familiarizați cu faptul că aprofundarea științifică a unui fenomen amplifică mai degrabă decât subminează frumusețea naturii. În cazul meu, toate aceste explicații nu fac decât să potențeze frumusețea răsăritului.

Dar care este, desigur, explicația frumuseții? Neurologii se luptă cu imaginile rezonanței magnetice nucleare; o metaanaliză recentă a semnalat că toate raționamentele noastre de natură estetică par să includă utilizarea circuitelor neuronale din insula anterioară dreaptă, o regiune din cortexul cerebral asociată de regulă cu percepția viscerală. Poate că sentimentul frumuseții care ne încearcă nu este decât un produs secundar al prezervării, în decursul evoluției, a sentimentului de apartenență și a senzației de dezgust. În plan valoric, pe măsură ce exoplanetele dau buzna din telescoapele noastre, cred că vom avea parte de dovezi astrochimice ale unei forme de organism extraterestru cu mult înainte de a ajunge la o explicație profundă, elegantă sau frumoasă din prisma esteticii omenești.

ORIGINEA BANILOR

DYLAN EVANS

Fondator și CEO la Projection Point; scriitor, *Risk Intelligence: How to Live with Uncertainty*

Teoria lui Carl Menger privind originea banilor constituie explicația mea științifică preferată. Este pe deplin satisfăcătoare pentru că dovedește cum au evoluat banii pornind de la relațiile de schimb, fără să fi existat cineva care să stea să-și bată capul cu asta în mod conștient. Ca atare, acest fapt constituie un exemplu perfect pentru Mâna Invizibilă a lui Adam Smith sau pentru ceea ce oamenii de știință numesc în prezent „ocurență".

Menger (1840–1921) a pus bazele școlii austriece de economie, o școală compozită de gândire luată în râs de mulți dintre economiștii deja cunoscuți. Cu toate acestea, relatările lor privind originea banilor au impus cu necesitate întrebarea la care a dat un răspuns Menger. Un manual obișnuit de economie face o listă a problemelor relației de schimb și apoi vine cu explicația modului în care banii au contribuit la rezolvarea problemelor implicite. Oricum ar fi, asta nu explică cu adevărat cum au apărut banii ca atare, nu mai mult decât o simplă enumerare a avantajelor călătoriei cu avionul ar putea explica cum au apărut avioanele. Așa cum afirmă Lawrence White în cartea *The Theory of Monetary*

Institutions (1999), „cineva ar putea rămâne cu impresia că, într-o dimineață, negustorii au devenit brusc conștienți de avantajele schimbului monetar și, începând din ziua aceea, au devenit preocupați de folosirea banilor ca monedă de schimb".

Firește că așa ceva e rizibil. Potrivit relatării lui Menger, banii au apărut prin parcurgerea unor pași mici, fiecare dintre ei bazându-se pe opțiunile specifice ale participanților la relațiile de schimb, care dispuneau, luați individual, de un set limitat de cunoștințe. În primul rând, negustorii și-au dat seama de faptul că atunci când schimbul direct este dificil, pot obține ceea ce-și doresc prin relații indirecte de schimb. În loc să caut pe cineva care și să aibă ce vreau eu, și să vrea ce am eu, nu trebuie decât să găsesc pe cineva care să vrea ce am eu. Pot, așadar, să negociez ceea ce am eu pentru marfa respectivă, chiar dacă nu vreau să mă folosesc eu însumi de ea, și apoi să negociez acea marfă pentru ceva ce-mi doresc eu însumi cu adevărat. În cazul acesta, voi fi folosit bunul intermediar ca un mijloc de realizare a relației de schimb.

Menger consemnează că bunurile nu sunt toate la fel de căutate pe piață; unele sunt mai ușor de negociat decât altele. Trebuie, așadar, ca participantul la schimb să acumuleze o anumită cantitate de mărfuri căutate pe piață pe care să le folosească apoi ca mijloc de schimb. De acest lucru își dau seama și alți participanți la schimb la fel de vigilenți, iar piața converge, în cele din urmă, spre un mijloc de schimb unic. Reprezentat, v-ați dat seama, de bani.

Teoria lui Menger evidențiază nu doar cum au apărut banii fără să fi existat o planificare deliberată în acest sens, dar și că acest lucru nu a depins de emiterea unor decrete juridice sau de instituțiile bancare. Însă faptul în sine este, de asemenea, trecut adesea cu vederea de către economiștii de prim-plan. Să luăm exemplul lui Michael Woodford. Acesta este unul dintre cei mai influenți finanțiști de profil academic din zilele noastre, însă în lucrarea sa din 2003, intitulată *Interest and Prices: Foundations of a Theory of Monetary Policy*, o bancă centralizată ajunge cumva să dețină monopolul economic în mai puțin de o pagină după introducerea primelor considerații. Woodford nu se oprește nici măcar

preț de o pagină ca să reflecteze la cum s-ar fi prezentat sistemul bancar în ansamblu în absența unei bănci centralizate. Cu toate acestea, sistemul bancar independent are o istorie îndelungată; primul asemenea sistem s-a afirmat în China în jurul anului 995 î. Hr., cu mai bine de șase sute de ani înainte de apariția sistemului bancar centralizat.

Putem pune apariția instituției bancare centralizate pe seama aceluiași tip de explicație a Mâinii Invizibile pe care Menger l-a propus în cazul banilor? Potrivit lui Lawrence White, răspunsul variază în funcție de semnificația pe care i-o acordăm sintagmei „sistem bancar centralizat". Dacă finanțarea din bani publici se numără printre caracteristicile esențiale ale unei bănci centralizate, atunci răspunsul este negativ. Apariția băncilor centralizate nu poate fi pusă integral pe seama factorilor comerciali; la un moment dat se impune intervenția expresă a statului. Nu este greu de imaginat care ar putea fi motivele implicării instituțiilor statului. Cel puțin emiterea cu drepturi exclusive de monedă națională pune la dispoziția guvernului o sursă considerabilă de profit de monopol în forma împrumuturilor cu dobândă zero din fondurile publice ale acestor operațiuni emitente fără dobândă.

În vremurile noastre tulburi, când băncile centralizate cresc stocurile de bază monetară prin politici monetare masive de stimulare a economiei, teoria lui Menger capătă mai multă relevanță ca niciodată. Aceasta ne pune în gardă față de posibilitatea că răspunsul potrivit pentru criza curentă din zona euro ar trebui să rezide nu într-o centralizare și mai accentuată, ci mai degrabă într-o mișcare de forțe în direcția opusă – spre un regim fiscal în cadrul căruia fiecare bancă să aibă libertatea de a face propriile emisiuni monetare și unde agenții economici, nu băncile centralizate, să controleze fluxurile monetare.

PRECESIA SIMULACRELOR

DOUGLAS RUSHKOFF

Analist media; documentarist; scriitor, *Life Inc: How Corporatism Conquered the World, and How We Can Take It Back*

Descoperind eu mult prea târziu în viață că nenumăratele lucruri pe care le luasem de bune drept condiții preexistente ale universului erau, de fapt, creații și idei ale oamenilor, consider că sintagma „precesia simulacrelor" a sociologului și filozofului francez Jean Baudrillard reprezintă o modalitate inestimabilă de a înțelege cât de deconectați de la tot ce are legătură cu realitatea putem deveni.

Ideea fundamentală este că există lumea reală, există hărți pe care le folosim pentru a descrie lumea reală și există, apoi, toate aceste activități conexe pe care le înregistrează harta – uneori cu prea puțină considerație pentru teritoriul pe care se presupune că ar trebui să-l cartografieze. Există lumea reală, există reprezentarea lumii reale și mai există și această simulare eronată a realității.

Această idee a revenit în vogă atunci când a intrat în scenă realitatea virtuală. Gânditorii din domeniu l-au invocat pe Baudrillard ca și cum s-ar impune să fim avertizați cu privire la evadarea în lumile noastre virtuale, lăsând-o în urmă pe aceea cu betoane și cu oameni. Eu însă n-am perceput niciodată simulările computerizate ca fiind atât de

periculoase. Dacă nu din alt motiv, atunci măcar pentru că profilul evident disimulat al simulărilor computerizate, de la jocurile electronice la Facebook, nu doar că ne-a întreținut capacitatea de conștientizare a naturii lor simulate, dar a și pus sub semnul întrebării realitatea a tot ce există.

Există, așadar, pământul – chestia asta reală pe care ne mișcăm cu toții. Există, apoi, teritoriul – hărțile și proiecțiile pe care le folosim pentru a cartografia pământul. După care vin însă războaiele pe care le purtăm cu privire la modul cum ar trebui să configurăm aceste hărți.

Nivelurile realității pot continua să se suprapună la nesfârșit, împingându-i pe oameni spre noi și noi abstracțiuni și spre un grad și mai mare al deconectării față de lumea reală. Pământul devine teritoriul; teritoriul devine apoi proprietate ce trebuie luată în stăpânire. Proprietatea ca atare poate fi reprezentată printr-un contract; iar contractul poate fi ipotecat. Ipoteca însăși este o investiție pe care se poate paria printr-un derivativ, care poate fi asigurat cu ajutorul unei asigurări contra încetării plății la credite.

Există un algoritm de calcul pentru negocierea asigurării contra încetării plății la credite (ca și programatorii care încearcă să urmărească acțiunile de tip algoritmic pentru a dezvolta algoritmi concurenți) – acest nivel de interacțiune este unul real. Iar din punct de vedere financiar, exercită o influență mai mare asupra celor cu care trăiești sub același acoperiș decât aproape orice alt factor posibil. O criză a asigurărilor contra încetării plății la credite poate falimenta o națiune de proporțiile celei a Statelor Unite, fără să modifice însă niciunul dintre elementele care-i definesc teritoriul real.

Sau să luăm în considerare banii: există lucrul cu o valoare în sine – munca, puiul, pantoful. Există, apoi, lucrul pe care-l folosim pentru a reprezenta valoarea respectivă – aurul, să spunem, bonurile de cereale sau certificatele de investiții în aur. Doar că, odată ce ne-am obișnuit să folosim acele bonuri sau certificate drept echivalente ale lucrurilor cu valoare intrinsecă, putem face un pas și mai departe: rezerva federală sau moneda fiduciară, care nu prezintă nicio legătură cu aurul, grânele,

cu munca, puii sau pantofii de mai sus. Trei pași fundamentali: există valoarea în sine, există reprezentarea valorii și apoi deconectarea de la ceea ce are valoare:

Doar că această ultimă etapă a deconectării este aceea care contează – aceea generatoare de nefericire, din multe puncte de vedere. Pentru că acesta ar fi momentul în care uităm de unde au venit toate lucrurile – și anume momentul în care uităm ce reprezintă acestea ca atare. Simulacrul este împins în prim-plan ca realitate. Perimetrul inventat este naturalizat, pentru a ajunge să se confunde cu lumea însăși.

Și acesta este momentul în care am devenit deosebit de vulnerabili la iluzie, abuz, fantezie. Pentru că, odată ce trăim într-o lume de simboluri și simulacre imaginare, cel care deține controlul asupra hărții a ajuns deja să preia controlul asupra realității ca atare.

TEORIA PERSPECTIVEI TEMPORALE

PHILIP ZIMBARDO

Profesor emerit de psihologie, Stanford University; scriitor, *The Lucifer Effect: Understanding How Good People Turn Evil*

Mă aflu aici ca să vă spun că cea mai puternică influență asupra fiecăreia dintre deciziile noastre, care poate duce la rezultate semnificative ale acțiunilor întreprinse, o exercită un element pe care cei mai mulți dintre noi nu îl conștientizăm, dar care constituie, totuși, cel mai evident concept psihologic pe care ni-l putem imagina.

Mă refer aici la sentimentul timpului psihologic – mai exact, la modul în care deciziile noastre sunt încadrate de intervale temporale pe care cei mai mulți am ajuns să le preferăm și pe care avem tendința de a le folosi în exces. Trăim cu toții în cadre temporale multiple, învățate din copilărie, modelate de educație, cultură, clasă socială și de experiențele referitoare la stabilitatea sau instabilitatea economică sau familială. Cei mai mulți dintre noi dezvoltăm o orientare temporală prejudiciată, care preferă un cadru de timp altuia, ajungând astfel excesiv de înclinați spre trecut, prezent sau viitor.

Astfel, în momente de luare a unei hotărâri pe baza unor raționamente majore sau minore, unii sunt total influențați de factori din planul temporal imediat: ce fac, spun, consideră ceilalți și de propriile imbolduri

biologice. Alți oameni care se confruntă cu același tipar decizional ignoră toate acele caracteristici din prezent, concentrându-se, în schimb, asupra trecutului: intră aici asemănările dintre contextul prezent și unul anterior, rememorarea felului cum s-a acționat mai înainte și care au fost efectele constatate. Cel de-al treilea set de indici decizionali ignoră prezentul și trecutul și se concentrează îndeosebi asupra consecințelor viitoare ale acțiunilor curente, calculând pierderile versus câștigurile.

Pentru ca lucrurile să fie și mai complicate, există subdomenii ale fiecăreia dintre aceste zone temporale primare. Unii oameni înclinați spre trecut manifestă tendința de a se concentra asupra aspectelor negative ale experiențelor de altădată (regrete, eșecuri, abuzuri, traume), în timp ce alții sunt orientați spre laturile pozitive ale trecutului, concentrându-se, îndeosebi, asupra vremurilor bune de altădată, cu reușitele lor, de unde nostalgia și recunoștința. Există două modalități de a fi orientat asupra prezentului: să trăiești într-un domeniu hedonist actual (prin căutarea plăcerii, noutății, senzațiilor) sau să te manifești fatalist în privința prezentului, crezând că nimic din ce faci azi nu-ți poate schimba viitorul. Oamenii înclinați spre viitor sunt cei direcționați de scopuri, care planifică strategii de acțiune, care au tendința de a se bucura de succes; mai există un alt tip de concentrare asupra viitorului, de tip transcendental – viața începe abia după moartea trupului supus putrezirii.

Interesul meu pentru teoria perspectivei temporale m-a determinat să realizez un inventar, astfel încât să pot determina cu exactitate gradul în care ne încadrăm în fiecare dintre aceste șase zone temporale. Inventarul Perspectivei Temporale Zimbardo, sau IPTV[1], corelează datele corespunzătoare acestor dimensiuni temporale cu o multitudine de alte trăsături și comportamente psihologice. Am demonstrat deja că perspectiva temporală are un efect major asupra unui domeniu vast al naturii umane. De fapt, câteva dintre conexiunile evidențiate dezvăluie

[1] Sau ZTPI în engleză, acronim pentru *Zimbardo Time Perspective Inventory* (n. tr.).

coeficienți de corelare mult mai înalți decât în oricare dintre evaluările tradiționale ale trăsăturilor de personalitate. De exemplu, orientarea spre viitor se corelează cu .70 cu capacitatea de conștientizare, care anticipă, la rândul său, longevitatea. Hedonismul din prezent se corelează cu .70 cu tendința de căutare de senzații și noutăți. Oamenii orientați spre trecut și negativiști vor fi pasibili să înregistreze scoruri mari pe scala anxietății, depresiei și furiei, care cumulează nu mai puțin de .75. Corelații asemănător de substanțiale sunt de observat între fatalismul prezent și aceste măsurători ale neliniștii personale. Ar trebui să menționez și faptul că această analiză factorială confirmativă a fost realizată pe un eșantion de studenți, astfel încât efectele constatate să poată fi folosite ca semnal de alarmă pentru consilieri. Dincolo de corelațiile ca atare ale măsurătorilor scalare, scalele IPTZ anticipă o gamă variată de comportamente: note la examene, asumarea riscului, consumul de alcool, droguri, abuzuri, conservarea mediului, examinări medicale, creativitate, soluționarea problemelor și multe altele.

Nu în ultimul rând, una dintre cele mai surprinzătoare descoperiri constă în aplicarea teoriei perspectivei temporale la terapia temporală pentru „vindecarea" tulburării de stres posttraumatic în cazul veteranilor de război, al femeilor abuzate sexual sau al oamenilor care suferă de pe urma unor experiențe traumatizante de trafic. Doctorii Richard și Rosemary Sword au tratat astfel cu rezultate deosebit de bune un număr de veterani ai războaielor recente ale SUA, dar și cetățeni civili. Esența terapiei substituie cadrele temporale prejudiciate, de tipul orientării negative spre trecut sau al celei fataliste asupra prezentului, comune în cazul celor suferind de tulburarea de stres posttraumatic, printr-o perspectivă temporală echilibrată care scoate în evidență rolul esențial al unui viitor plin de speranță, adaugă ceva hedonism atent selectat pentru prezent și vine cu amintiri legate de un trecut pozitiv. Pe un eșantion de treizeci de veterani cu tulburare de stres posttraumatic de diferite vârste și etnii cărora li s-a aplicat terapia perspectivei temporale în cadrul unui număr relativ mic de ședințe (prin comparație cu terapiile cognitiv-temporale tradiționale), s-au putut constata

transformări pozitive considerabile în cazul tuturor evaluărilor standard pentru tulburarea de stres posttraumatic, dar și la nivelul relațiilor profesionale și sociale complet schimbate. Este încurajator să vedem cum mulți dintre veteranii noștri de război, care au continuat să sufere decenii întregi de pe urma traumelor severe de pe câmpul de luptă, descoperă o viață nouă plină de oportunități, prieteni, familie, distracții și muncă prin această reconfigurare simplă, elegantă a orientării lor mentale.

SINCRONIZAREA EVOLUTIVĂ EXPLICĂ PROBLEMELE SPECIFICE ADOLESCENȚEI

ALISON GOPNIK

Profesor de psihologie și profesor colaborator de filozofie la University of California – Berkeley; scriitor, *The Philosophical Baby*

„Ce-o fi fost în capul lui?" Aceasta este expresia comună a confuziei părinților care încearcă să-și explice modul de a acționa al copiilor ajunși în perioada adolescenței. Psihologii, neurologii și clinicienii care se ocupă cu dezvoltarea copilului propun o explicație interesantă și plină de eleganță pentru ciudățeniile adolescenței. Aceasta i se aplică unei game variate de comportamente adolescentine, de la cele surprinzător de plăcute până la cele relativ enervante sau la cele de-a dreptul patologice. Ideea este că există două sisteme neuronale și funcționale diferite care interacționează pentru a asigura procesul transformării copiilor în adulți. Relația de tip evolutiv dintre aceste două sisteme s-a modificat în timp, iar acest lucru, la rândul său, a modificat profund profilul adolescenței ca vârstă.

Există, în primul rând, un sistem motivațional și emoțional care este foarte strâns legat de transformările biologice și chimice de la pubertate. Acesta este factorul care-i transformă pe copiii mai degrabă placizi de

zece ani, care se simt în siguranță în imaturitatea protectoare a copilăriei, în adolescenți neliniștiți, exuberanți, explozivi din punct de vedere emoțional, disperați să-și atingă toate scopurile propuse, să-și împlinească toate dorințele și să experimenteze toate senzațiile posibile. Iar în cazul adolescenților, scopul suprem nu este altul decât obținerea respectului celor de-o vârstă cu ei. O serie de studii de ultimă oră demonstrează că adolescenții nu sunt neliniștiți pentru că subestimează riscurile, ci pentru că supraestimează beneficiile, mai ales pe cele de natură socială – sau, altfel spus, pentru că adolescenții consideră beneficiile a fi mai benefice decât le percep adulții. Gândiți-vă, de pildă, la intensitatea inegalabilă ulterior a primei iubiri, la faima imposibil de atins mai târziu pe care ți-o poate aduce primul campionat școlar de baschet. În prima tinerețe îți dorești lucruri, iar la maturitate ajungi să-ți dorești să dorești lucruri.

Cel de-al doilea sistem este unul cu funcție de control, care poate canaliza și valorifica toată această energie efervescentă. Cortexul prefrontal ajunge, acum, să orienteze și să controleze celelalte regiuni ale creierului. Acesta este sistemul care inhibă impulsurile și direcționează procesul de luare a deciziilor. Acest sistem de control depinde într-o măsură mult mai mare de învățare decât o face sistemul motivațional. Ajungi să iei decizii mai bune luând, mai întâi, o serie de hotărâri mai puțin bune, pe care trebuie apoi să le corectezi. Ajungi să fii un bun planificator făcând planuri, implementându-le și constatând, iar și iar, rezultatele. Expertiza vine odată cu experiența.

În trecutul îndepărtat al evoluției – de fapt, chiar și în trecutul istoric recent – aceste două sisteme se aflau în simbioză. Majoritatea formelor de educație ale copiilor presupuneau etape formale și informale de ucenicie. Copiii dispuneau de nenumărate ocazii de a exersa tocmai abilitățile de care aveau nevoie pentru a-și realiza scopurile ca adulți și pentru a deveni, astfel, experți pe partea de planificare și acțiune. Pentru a deveni un bun culegător sau vânător, bucătar sau educator, trebuia să exersezi ca atare culesul, vânătoarea, gătitul sau îngrijirea copiilor în toată etapa copilăriei și a adolescenței timpurii – ceea ce-ți activa tocmai conexiunile neuronale prefrontale atât de necesare la

maturitate. Dar făceai toate acestea numai sub supravegherea expertă a adulților și în universul protejat al copilăriei, unde impactul eșecurilor inevitabile vârstei era oricum mult atenuat. Când se făceau simțite primele imbolduri motivaționale ale pubertății, erai deja pregătit să cauți recompensele autentice cu o nouă intensitate și exuberanță, dar dispuneai, totodată, de abilitățile și de capacitatea de control necesare pentru a realiza asta eficient și în mod rezonabil de precaut.

În cadrele vieții contemporane, relația dintre cele două sisteme a cunoscut o serie de transformări. Din motive oarecum necunoscute, dar cu siguranță biologice, pubertatea se instalează la vârste din ce în ce mai fragede. (Teoria învățării se leagă de modificările echilibrului energetic, dat fiind faptului potrivit căruia copiii se alimentează mai bine și se mișcă mai puțin.) Iar odată cu pubertatea se instalează și sistemul motivațional.

În același timp, copiii de astăzi au foarte puțină experiență în ceea ce privește acțiunile pe care vor trebui să le desfășoare la maturitate. Copiii dispun din ce în ce mai puțin de oportunități de a exersa abilități de bază precum gătitul sau îngrijirea altor copii. De fapt, adolescenții și puberii din zilele noastre nu fac, adesea, mai nimic, cu excepția faptului de a merge la școală. Experiența atingerii unui obiectiv real într-un interval de timp real în mediul de viață real este din ce în ce mai tergiversată, în condițiile în care dezvoltarea sistemului de control depinde tocmai de asemenea experiențe. Psihologul specializat în probleme de dezvoltare Ron Dahl ne propune o metaforă simpatică pentru rezultatul la care se ajunge: Adolescenții au acces la pedala de accelerație cu mult înainte de a ajunge la volan și la frână.

Asta nu înseamnă deloc că adolescenții sunt mai puțin inteligenți decât erau altădată; de fapt, ei sunt mult mai deștepți. Există chiar dovezi potrivit cărora întârzierea dezvoltării frontale se corelează cu un IQ superior. Accentul sporit pus pe educația școlară presupune că copiii au mai multe cunoștințe despre mai multe subiecte decât au avut vreodată în perioadele de ucenicie din trecut. Faptul de a deveni un bucătar priceput nu te învață prea multe despre evoluția folosirii uneltelor sau despre compoziția clorurii de sodiu – adică genul de lucruri pe care le

înveți la școală. Dar există diferite feluri de a fi inteligent; să știi istorie și chimie nu te ajută să faci un sufleu. Educația multilaterală, flexibilă și generalistă poate împiedica dezvoltarea unei expertize exacte, controlate, focusate asupra unei anumite abilități.

Fără îndoială că adulții s-au plâns mereu de tineri. Doar că explicația prezentată aici susține în mod elegant paradoxurile și problemele lotului nostru special de adolescenți de astăzi. Par într-adevăr să existe foarte mulți tineri extraordinar de inteligenți și foarte bine educați, dar lipsiți de orientare, entuziaști și exuberanți, dar incapabili să se dedice unei anumite activități sau unei pasiuni până târziu în viață, undeva spre treizeci sau patruzeci de ani. Și există și situația, încă mai problematică, a copiilor confruntați cu realitatea intransigentă a nevoii de sex, putere și respect, dar fără a dispune și de expertiza și abilitatea de control al impulsurilor de care este nevoie pentru a preîntâmpina o sarcină nedorită sau actele de violență.

Îmi place această explicație pentru că acoperă foarte multe evenimente curente controversate. Dar îmi place și pentru că scoate în evidență două aspecte semnificative despre minte și creier care sunt adesea trecute cu vederea. În primul rând, este vorba despre faptul că experiența modelează creierul. Este mai potrivit să spunem că experiența pe care o dobândim în controlarea impulsurilor contribuie la dezvoltarea cortexului prefrontal decât să afirmăm că dezvoltarea în sine a cortexului prefrontal ne ajută să fim mai eficienți în a ne controla impulsurile.

În al doilea rând, este din ce în ce mai evident că dezvoltarea joacă un rol esențial în demersul de explicare a naturii umane. Vechea reprezentare psihologică de tip evoluționist era aceea potrivit căreia un set redus de gene – un „modul" – era direct responsabil pentru un anumit model de comportament la maturitate. Există însă din ce în ce mai multe dovezi că genele nu reprezintă decât primul pas în etapele complexe ale dezvoltării umane, adevărați torenți de interacțiune între organism și mediu, și că tocmai asemenea procese evolutive modelează creierul adult. Până și cele mai mici modificări la nivelul sincronizării evolutive pot determina transformări majore în planul a ceea ce devenim.

IMPLICAȚIILE MARII DESCOPERIRI A LUI IVAN PAVLOV

STEPHEN M. KOSSLYN

Psiholog; director, Center for Advanced Study in the Behavioral Sciences, Stanford University

ROBIN ROSENBERG

Psiholog clinician; scriitor, *What's the Matter with Batman?*

Nu-i greu să ne imaginăm obiecțiile unui politician față de direcționarea banilor de la guvern către studierea salivației la câini. Faptul, însă, de a refuza finanțarea unei asemenea cercetări ar fi fost, într-adevăr, un semn de obtuzitate. Ca parte a cercetării sale asupra digestiei, distinse cu Premiul Nobel, marele fiziolog rus Ivan Pavlov (1849-1936) a măsurat cantitatea de salivă produsă de câini când li se dădea de mâncare. Pe parcursul activității sale, Pavlov și colegii săi au observat un fapt neașteptat: câinii începeau să saliveze cu mult înainte de a fi hrăniți. Mai exact, salivau când auzeau apropiindu-se pașii persoanei care venea să le dea de mâncare. Observația aceasta fundamentală a dus la descoperirea condiționării clasice.

Ideea centrală din spatele condiționării clasice este aceea că un stimul neutru (cum ar fi sunetul unor pași care se apropie) ajunge să fie asociat cu un stimul (precum hrana) care generează un răspuns ca reflex (salivația, în acest caz) – iar după un timp, stimulul neutru declanșează răspunsul de tip reflex produs de stimulul asociat. Ca să lămurim fenomenul acesta, va trebui mai întâi să explicăm în câteva cuvinte jargonul de specialitate. Stimulul neutru ajunge să fie „condiționat" și astfel este cunoscut drept stimulul condiționat (SC), în timp ce stimulul care produce răspunsul ca reflex este cunoscut drept stimulul necondiționat (SN). Iar răspunsul declanșat de către stimulul necondiționat este numit reflex necondiționat (RN). Condiționarea clasică se produce atunci când stimulul condiționat este introdus chiar înaintea stimulului necondiționat, astfel că, după un timp, doar stimulul condiționat determină răspunsul. Când se întâmplă asta, răspunsul se numește reflex condiționat (RC). Pe scurt, în etapa inițială, un stimul necondiționat (precum hrana) produce un reflex necondiționat (ca salivația); atunci când un stimul condiționat (sunetul pașilor celui care aduce hrana) precedă stimulul necondiționat, acesta ajunge repede să genereze el singur reflexul condiționat (salivația).

Acest proces, simplu ca atare, a încurajat apariția unei game întregi de explicații elegante și neintuitive.

Să luăm în considerare, de exemplu, decesul accidental produs de o supradoză de droguri. În general, persoanele dependente de droguri au tendința de a-și administra doza într-un anumit loc, de regulă în baie. Spațiul ca atare constituie inițial un stimul neutru, dar după ce o persoană își administrează de câteva ori doza de narcotice, baia ajunge să funcționeze asemenea unui stimul condiționat: de îndată ce narcomanul intră în baie cu drogurile, organismul acestuia reacționează la elementul spațial, pregătindu-se să ingereze drogul. Se produc anumite reacții fiziologice care-i permit organismului să facă față drogului, iar aceste reacții ajung să fie condiționate de spațiul băii în sine (altfel spus, reacțiile respective devin un reflex condiționat). Pentru a atinge efectul scontat, utilizatorul de droguri trebuie acum să-și administreze o doză

suficientă pentru a contracara reacțiile organice. Dar dacă utilizatorul își administrează drogul într-un alt spațiu, cum ar fi baia din casa unui prieten în timpul unei petreceri, nu se produce reflexul condiționat – altfel spus, nu are loc obișnuita reacție fiziologică de anticipare a drogului. În felul acesta, cantitatea obișnuită de narcotice este resimțită ca și cum ar fi o doză mai mare și poate avea un efect mai puternic decât cel pe care utilizatorul îl tolerează în absența pregătirii prealabile a organismului. Prin urmare, deși procesul condiționării clasice a fost elaborat pentru a explica fenomene foarte diferite, implicațiile sale pot fi lărgite pentru a explica de ce supradozarea cu narcotice se produce uneori accidental atunci când doza obișnuită este administrată într-o locație nouă.

Din același motiv, condiționarea clasică are legătură și cu efectul de tip placebo: analgezicele folosite în mod obișnuit de mulți dintre noi, precum ibuprofenul sau aspirina, încep să-și facă efectul cu mult timp înainte ca ingredientele lor active să fie procesate de către organism. De ce? Pe baza experiențelor anterioare, simplul fapt de a lua pastila respectivă a ajuns să funcționeze ca un stimul condiționat, care declanșează procesul de calmare a durerii de care este responsabil medicamentul ca atare (iar procesele respective au devenit reflexe condiționate).

Condiționarea clasică se poate manifesta și în cazurile de implant al unui defibrilator sau stimulator cardiac. Când ritmul cardiac se accelerează, acest dispozitiv îi transmite o undă de șoc, făcându-l să revină la valori normale. Până când nivelul de șoc nu ajunge să fie calibrat corespunzător, șocul în sine poate fi resimțit foarte inconfortabil, funcționând ca un stimul necondiționat, ce declanșează teama ca reflex necondiționat. Dat fiind că șocul nu survine într-un anumit spațiu, persoana în cauză îi asociază elemente aleatorii din mediu – care ajung să funcționeze astfel ca stimuli condiționați. Iar atunci când sunt prezente oricare dintre elementele de mediu, persoana în cauză resimte uneori anxietate severă anticipând șocul posibil.

Același proces poate fi folosit pentru a explica de ce considerăm aversive anumite alimente, odată ce acestea ne-au cauzat intoxicație

alimentară. Alimentul cu pricina devine stimul condiționat, iar ingerarea lui – sau simplul fapt de a ne gândi la el – ne provoacă greață, ca reflex condiționat. Ne pomenim că evităm alimentul respectiv și astfel se naște o aversiune alimentară. De fapt, simpla alăturare a imaginilor unor alimente (cartofii prăjiți, de exemplu) cu niște fotografii aversive (precum aceea a unui cadavru carbonizat) ne poate modifica percepția asupra respectivei mâncări.

În felul acesta, descoperirea lui Pavlov privind salivația cu rol anticipativ poate fi aplicată, prin extensie, la o gamă de fenomene. Acestea fiind spuse, trebuie să subliniem însă că concepția lui inițială despre condiționarea clasică nu a fost extrem de justă. Pavlov a considerat că inputul senzorial avea legătură directă cu anumite reacții, determinând stimulii să genereze automat răspunsul respectiv. În prezent, știm că această legătură nu este așa directă; condiționarea clasică presupune numeroase procese cognitive, precum atenția și procesele de la bază, de interpretare și înțelegere. Condiționarea clasică reprezintă, de fapt, o formă de învățare implicită. În felul acesta, ne ajută să trecem prin viață depunând un efort cognitiv (și un stres) mai mic decât ar fi altminteri necesar. Oricum ar sta lucrurile, acest tip de condiționare a dat naștere unor fenomene secundare care pot fi considerate eficiente, surprinzătoare, uneori chiar potențial periculoase.

NATURA ESTE MAI INTELIGENTĂ DECÂT SUNTEM NOI

TERRENCE J. SEJNOWSKI

Neurolog; profesor Francis Crick; the Salk Institute; coautor (împreună cu Patricia S. Churchland) la *The Computational Brain*

Avem impresia clară că mintea noastră capabilă a delibera este responsabilă pentru cele mai importante hotărâri pe care le luăm în viață: ce profesie vom avea, unde vom locui, cu cine ne vom căsători. Dar, în ciuda acestei convingeri, dovezile biologice scot în evidență un proces decizional prezent într-un sistem cerebral străvechi reprezentat de ganglionii bazali, o serie de circuite neuronale la care nu are acces capacitatea de conștientizare. În orice caz, mintea se simte datoare să vină cu explicații plauzibile pentru deciziile luate.

Traseul științific care a condus înspre această explicație a început de la albine. Albinele lucrătoare survolează primăvara câmpiile căutând nectar, pe care-l identifică cu parfumul, culoarea și forma unei flori. Circuitul de învățare din creierul albinelor converge spre VUMmx1, un neuron unic care recepționează stimulul senzorial și, ceva mai târziu, valoarea nectarului, învățând astfel să anticipe valoarea nectarului atunci când albina îl va întâlni din nou. Temporizarea aceasta este importantă deoarece elementul esențial este capacitatea de predicție, mai degrabă decât o simplă asociere. Acesta este și elementul central al

învățării pe baza diferenței temporale (DT), care presupune învățarea unei succesiuni a deciziilor pentru atingerea unui obiectiv și se dovedește a fi deosebit de eficientă în mediile de existență aflate sub semnul nesiguranței, așa cum este și lumea în care trăim.

În regiunea centrală a trunchiului cerebral este îngropată în profunzime o colecție mică de neuroni – caracteristici strămoșilor noștri vertebrați primitivi și cu reverberații de-a lungul mantalei corticale și al ganglionilor bazali – care este importantă în procesul luării deciziilor. Acești neuroni eliberează un neurotransmițător numit dopamină, ce exercită o influență considerabilă asupra comportamentului nostru. Dopamina a fost numită „molecula recompensatoare", dar mai importantă decât recompensa în sine este capacitatea acestor neuroni de a anticipa recompensa: Dacă aș avea jobul acela, cât de fericit aș putea fi? Neuronii dopaminergici, esențiali pentru motivație, implementează învățarea pe baza diferenței temporale, așa cum o face și VUMmx1.

Învățarea de tip DT rezolvă problema găsirii celui mai scurt traseu înspre atingerea unui obiectiv. Este un algoritm de conectare deoarece învață prin explorare și descoperă valoarea unei decizii intermediare în procesul atingerii unui obiectiv. Face asta prin crearea unei funcții valorice interne, care poate fi folosită pentru a anticipa consecințele unor acțiuni. Neuronii dopaminergici evaluează starea curentă a întregului cortex și îi transmit creierului informații privind cel mai bun curs de acțiune plecând de la starea curentă. În multe cazuri, cel mai bun curs de acțiune este doar o supoziție, dar, dat fiind că supozițiile sunt pasibile de îmbunătățiri, învățarea DT creează, în timp, o funcție valorică dotată cu capacități oraculare. Dopamina poate constitui sursa instinctului pe care-l experimentați uneori, însuși elementul component al intuiției.

Atunci când luați în considerare diferite opțiuni, circuitele cerebrale prospective evaluează fiecare scenariu în parte, iar nivelul tranzitoriu de dopamină înregistrează valoarea anticipată a fiecărei decizii. Nivelul de dopamină se află în legătură și cu nivelul personal al motivației, astfel încât un nivel crescut al dopaminei nu doar că va semnala o recompensă deosebită așteptată, dar ne va face și să manifestăm un nivel superior al motivației de a o obține. Acesta este, la propriu, cazul

sistemului motric, unde un nivel dopaminergic superior al tonusului generează mișcări mai rapide. Puterea de a da dependență a cocainei și amfetaminelor este o consecință a activității mai intense a dopaminei, deturnând sistemul motivațional intern al creierului. Nivelurile scăzute ale dopaminei duc la instalarea anhedoniei, adică a incapacității de a resimți plăcere; iar pierderea neuronilor dopaminergici are ca rezultat instalarea bolii Parkinson, ca incapacitate de a iniția acțiuni sau idei.

Învățarea pe baza diferenței temporale este plină de forță deoarece combină informații de tip valoric în planul mai multor dimensiuni diferite, comparând ca atare merele și portocalele în vederea atingerii unor obiective îndepărtate. Acest aspect este semnificativ pentru că procesul rațional de luare a deciziilor devine foarte dificil atunci când există multe variabile și necunoscute. Faptul de a dispune de un sistem intern care furnizează rapid predicții eficiente reprezintă un mare avantaj și poate constitui diferența dintre viață și moarte atunci când se impune luarea rapidă a unei decizii. Învățarea pe baza diferenței temporale depinde prioritar de suma experiențelor de viață. Extrage din respectivele experiențe ceea ce este esențial, la mult timp după ce acestea au fost date uitării.

Învățarea de tip DT explică, de asemenea, multe dintre experimentele realizate de psihologii care au folosit șobolani și porumbei pentru îndeplinirea unor sarcini simple. Algoritmii învățării prin recompensare au fost considerați, în mod tradițional, ca fiind prea slabi pentru a explica o serie de comportamente complexe, dat fiind că răspunsul primit din partea mediului ambiant este unul minimal. În orice caz, învățarea prin motivare este general răspândită în cadrul majorității speciilor și este responsabilă pentru câteva dintre formele cele mai complexe ale coordonării senzoriomotorii, cum ar fi cântatul la pian și vorbirea. Învățarea de tip motivațional a fost statuată de sute de milioane de ani de evoluție. S-a dovedit a fi de mare ajutor pentru nenumărate specii, mai ales pentru a noastră.

Cât de complexă poate fi problema pe care o rezolvă învățarea pe baza diferenței temporale? TD-Gammon[1] este un program informatizat

[1] În limba engleză, TD este acronimul pentru *temporal-difference*, iar *gammon* este un termen care se referă la jocul de table (n. tr.).

care a învățat să joace table pe cont propriu. Dificultatea pe care o presupune această metodă de abordare constă în faptul că recompensa vine abia la sfârșitul jocului, astfel încât nu se mai știe limpede care au fost mișcările potrivite ce au facilitat câștigarea jocului. TD-Gammon a demarat fără a cunoaște deloc jocul respectiv, cu excepția regulilor sale. Jucându-l pe cont propriu de multe ori și aplicând metoda învățării pe baza diferenței temporale pentru a genera o funcție a valorii care să evalueze pozițiile jocului, TD-Gammon a trecut de la nivelul începător la cel avansat, dezvoltând pe parcurs strategii subtile asemănătoare celor pe care le folosesc și oamenii. După ce a exersat jocul de un milion de ori, a ajuns la nivelul de campionat și a descoperit un nou joc de poziție care i-a uimit de-a binelea și pe experții umani. O serie de abordări similare ale jocului de Go au atins niveluri impresionante de performanță și sunt pe punctul de a ajunge în eșantionul pentru experți.

Atunci când se manifestă o explozie combinatorie de rezultate posibile, este utilă operația de simplificare selectivă. Atenția și memoria de lucru ne permit să ne concentrăm asupra majorității elementelor importante ale unei probleme. Învățarea prin recompensare este, de asemenea, supraalimentată de sistemul nostru declarativ de memorie, care înregistrează obiecte și evenimente unice. Atunci când primatele și-au dezvoltat o structură cerebrală vastă, capacitatea sporită de memorie le-a amplificat, în mare măsură, abilitatea de a lua decizii complexe, ceea ce a dus la manifestarea unor succesiuni mai vaste de acțiuni întreprinse în vederea atingerii unor scopuri. Suntem singura specie care a fost capabilă să creeze un sistem educațional și să se dedice instruirii și verificărilor vreme de ani întregi. Întârzierea gratificației se poate proiecta într-un viitor îndepărtat (în cazul unora, în planul unei imaginare vieți viitoare), ca un tribut la adresa dopaminei de a controla comportamentul.

La începutul revoluției cognitive din anii 1960, minții luminate de atunci nu și-au putut imagina că învățarea prin recompensare ar putea fi baza comportamentului inteligent. Mintea omenească nu este demnă de încredere. Natura este mai inteligentă decât suntem noi.

IMPUNEREA RANDOMIZĂRII

MICHAEL I. NORTON

Profesor colaborator de administrarea afacerilor și bursier Marvin Bower, Harvard Business School

Paul Meier, care a decedat în 2011, a fost cunoscut îndeosebi pentru introducerea estimatorului Kaplan-Meier. Dar Meier a fost și o figură dominantă în demersul de adoptare pe scară largă a unui instrument explicativ extrem de valoros: experimentul randomizat. Ineleganța voită a termenului disimulează însă o formă cu adevărat elegantă, care se apropie de expresia artistică atunci când ajunge pe mâinile celor mai buni adepți ai săi. În termeni nesofisticați, experimentele ne oferă un mijloc unic și puternic de a obține răspunsuri la întrebarea care-i tulbură pe oamenii de știință din diverse domenii: Cum știm că ceva anume funcționează?

Să luăm ca exemplu o întrebare recurentă în mass-media în fiecare an: vinul roșu este bun sau rău pentru sănătate? Aflăm foarte multe despre ce poate face vinul roșu vorbind despre starea lor de sănătate cu oameni care-l consumă și căutând să facem o corelație între cele două elemente, consumul și starea de sănătate. Pentru a estima impactul specific al vinului roșu asupra stării de sănătate, trebuie, *totuși*, să le punem oamenilor foarte multe întrebări – despre toate obiceiurile lor

de consum (alimente, medicamente agreate, altele mai puțin plăcute), despre rutina lor (mișcare, somn, activitate sexuală), despre trecutul lor (istoricul stării de sănătate, istoricul stării de sănătate a părinților și a bunicilor) și așa mai departe –, iar apoi să încercăm să analizăm toți acești factori pentru a deduce care este influența vinului roșu asupra sănătății. Gândiți-vă doar la dimensiunile unei asemenea cercetări.

Experimentele randomizate modifică însă total demersul de înțelegere, de pildă, a felului în care acționează vinul roșu. Luăm ca un lucru de la sine înțeles că oamenii se deosebesc unii de alții în toate aspectele descrise mai sus (și în multe altele), dar controlăm această gamă de variație prin aceea că le atribuim randomizat oamenilor faptul că beau sau nu vin roșu. Dacă oamenii cărora le plac gogoșile, dar care nu prea fac mișcare, se regăsesc în spectrul „tratamentului cu vin" sau al „tratamentului de control", atunci ne putem achita onorabil de sarcina de a estima influența generală a vinului roșu asupra sau dincolo de impactul probabil al celorlalți factori. Pare destul de simplu pentru că, ei bine, chiar așa și este – dar ori de câte ori o tehnică simplă are un randament așa de evident, atunci „elegant" constituie un termen mult mai potrivit.

Amploarea pe care au luat demersurile experimentale în planul științelor sociale începând cu anii 1950 – și includem aici și contribuția lui Meier – a explodat de-a binele în ultimii ani odată cu adoptarea experimentelor randomizate în domenii mergând de la medicină (verificarea practică a unor metode de intervenție, cum ar fi terapia cognitiv-comportamentală) până la științele politice (experimentele privind participarea alegătorilor), la educație (experimentele cu copii recompensați financiar pentru notele obținute), economie (încurajarea obiceiurilor de economisire). Metoda experimentală a început, de asemenea, să se infiltreze și în politica publică și să aibă impact asupra acesteia: președintele Obama l-a desemnat pe economistul comportamental Cass Sunstein ca director pentru Office of Information and Regulatory Affairs, iar prim-ministrul britanic David Cameron a instituit ceea ce se numește Behavioural Insights Team.

Experimentele randomizate nu constituie, nici pe departe, un instrument explicativ perfect. Unele întrebări semnificative pur și simplu se refuză abordării prin intermediul experimentelor randomizate, iar metoda aceasta ajunsă pe mâinile cui nu trebuie poate face mult rău, ca în cazul nefericitului experiment Tuskegee pe probleme de sifilis. Însă gama tot mai variată de aplicabilitate a acestor experimente ne spune ceva despre flexibilitatea lor în a ne arăta cum funcționează lucrurile și de ce acestea funcționează într-un anumit fel.

UNIFICAREA ELECTRICITĂȚII CU MAGNETISMUL

LAWRENCE M. KRAUSS

Fizician/cosmolog, Arizona State University; scriitor, *A Universe from Nothing*

Nicio explicație dintre cele de care am habar din istoria științifică recentă nu este la fel de frumoasă sau profundă sau, nu în ultimul rând, la fel de elegantă precum explicația din secolul al XIX-lea privind legătura remarcabilă dintre două forțe ale naturii familiare, dar aparent distincte – electricitatea și magnetismul. Asta reprezintă pentru mine tot ceea ce poate fi mai bun în privința științei: a combinat descoperiri surprinzător de empirice având o traiectorie complicată cu un cadru matematic impresionant de simplu și de elegant, care a avut o putere de explicitare mult mai amplă decât tot ce s-a urmărit mai înainte, iar în cadrul acestui proces a dat naștere tehnologiei aflate la baza civilizației moderne.

Experimente stranii cu broaște care țopăie și circuite electrice au dus, în cele din urmă, la descoperirea accidentală, cu ajutorul autodidactului, dar totodată al celui mai mare experimentator al timpului său, Michael Faraday, a unei relații stranii între magneți și circuitele electrice. Până la momentul respectiv se știa foarte bine că o sarcină electrică

(sau curent) în mișcare genera în jurul său un câmp magnetic care putea respinge sau atrage ceilalți magneți aflați în imediata apropiere. A rămas deschisă problema dacă magneții puteau genera forță electrică la nivelul obiectelor cu sarcină electrică. Faraday a descoperit accidental că, atunci când aprindea sau stingea comutatorul pentru a porni sau a opri curentul, creând un câmp magnetic care creștea sau scădea în timp, în intervalele de timp în care câmpul magnetic se modifica, o forță apărea pe neașteptate într-un circuit din apropiere, punând în mișcare sarcinile electrice din interiorul lui pentru a genera curent.

Legea inducției a lui Faraday, cum a ajuns să fie cunoscută descoperirea sa, nu numai că este responsabilă pentru principiul de bază care guvernează toate generatoarele electrice, începând cu cascada Niagara și până la centralele nucleare, dar a dat naștere și unei enigme teoretice care a incitat mintea celui mai mare fizician teoretician al epocii respective, James Clerk Maxwell, pentru a pune lucrurile în adevărata lor lumină. Maxwell și-a dat seama că descoperirea lui Faraday presupunea că tocmai câmpul magnetic în schimbare (un concept plastic introdus de Faraday însuși pentru că se simțea mult mai în largul său cu imaginile decât cu algebra) era elementul care genera un câmp electric ce determina deplasarea sarcinii electrice de-a lungul circuitului, dând astfel naștere curentului electric.

Obținerea simetriei de tip matematic la nivelul ecuațiilor ce guvernau câmpurile electrice și magnetice a dovedit apoi că un câmp electric în schimbare, iar nu deplasarea sarcinii electrice ca atare, este elementul care produce un câmp magnetic. Asta nu doar că a dat naștere unui set de ecuații matematice importante pe care le știe orice student la fizică (și unii pasionați în domeniu) numite ecuațiile lui Maxwell, care ar putea fi imprimate pe un tricou, dar a și impus realitatea fizică a ceea ce ar fi fost, altfel, doar o născocire a imaginației lui Faraday: un câmp – altfel spus, o anumită cantitate asociată cu fiecare punct din spațiu și din timp.

Mai mult de atât, Maxwell și-a dat seama că, dacă un câmp electric cu sarcină modificată generează un câmp magnetic, atunci un câmp

electric constant modificat, cum se întâmplă atunci când deplasezi rapid o sarcină electrică în sus și în jos, va genera un câmp magnetic aflat tot într-o schimbare permanentă. Acest lucru, la rândul lui, va genera un câmp electric cu sarcină constant modificată, care va genera un câmp magnetic cu sarcină constant modificată, și tot așa. Această „perturbare" de câmp se va deplasa față de sursa originală (sarcina electrică în mișcare rapidă) cu o viteză pe care Maxwell a putut-o calcula cu ajutorul ecuațiilor sale. Parametrii acestor ecuații au fost stabiliți experimental – prin măsurarea intensității forței electrice dintre două sarcini electrice cunoscute și a intensității forței magnetice dintre doi curenți cu valori cunoscute.

Pe baza acestor două proprietăți fundamentale ale naturii, Maxwell a calculat viteza de perturbare și a descoperit că viteza aceasta avea exact valoarea atribuibilă luminii! Astfel a ajuns să-și dea seama că lumina este cu adevărat o undă – dar o undă de câmpuri electrice și magnetice care se deplasează în spațiu cu o viteză exactă determinată de două constante fundamentale ale lumii naturale. Acest fapt a constituit fundamentul pe care Einstein, după aproximativ o generație, a demonstrat că viteza constantă a luminii necesita o revizuire a conceptelor noastre de timp și spațiu.

Astfel, plecându-se de la broaștele săltărețe și de la ecuațiile diferențiale, s-a ajuns la una dintre cele mai frumoase jocțiuni din toată istoria fizicii: unificarea electricității cu magnetismul în teoria unică a electromagnetismului. Teoria elaborată de Maxwell oferea o explicație pentru ceea ce ne permite să observăm universul înconjurător – este vorba despre lumină. Implicațiile sale practice aveau să dea naștere mecanismului aflat la baza civilizației moderne și principiilor care guvernează, în esență, toate dispozitivele electronice de astăzi. Iar natura teoriei însești a generat o serie de puzzle-uri ulterioare, care i-au permis lui Einstein să aibă o adevărată revelație în ceea ce privește noțiunile de spațiu și de timp!

Nu-i deloc rău pentru o serie de experimente a căror relevanță a fost pusă sub semnul întrebării de Gladstone (sau de către regina Victoria

însăși, în funcție de a cui relatare apocrifă ajungi s-o preferi), care a vizitat laboratorul lui Faraday ca să afle ce a produs toată tevatura de atunci și care era scopul tuturor acelor experimente. I s-a răspuns (lui sau reginei Victoria) fie cu „Care este scopul unui nou-născut?", fie, potrivit versiunii mele favorite, cu „Scop? Ei bine, într-o zi, acesta va fi atât de evident, că vei ajunge să ne pui să plătim pentru el!" Frumusețe, eleganță, profunzime, utilitate, aventură și satisfacție! Adică știință în adevăratul sens al cuvântului!

CA NIȘTE BRĂȚĂRI ELASTICE DE PLUȘ

NEIL GERSHENFELD

Director, Center for Bits and Atoms, MIT; scriitor, *Fab: The Coming Revolution on Your Desktop – from Personal Computers to Personal Fabrication*

Am învățat electrodinamică la Swarthmore, de la profesorul Mark Heald și din succintul său text despre încă și mai succintul set de ecuații al lui Maxwell. În doar patru rânduri și cu numai treizeci și unu de caractere (sau chiar mai puține, dacă ținem cont de anumite trucuri de notare), ecuațiile lui Maxwell puneau laolaltă ceea ce păreau a fi doar fenomene necorelate între ele (dinamica câmpurilor electrice și magnetice), anticipau noi observații experimentale și conțineau atât progrese tehnologice viitoare (inclusiv soluția de undă pentru lumină și relativitatea specială), cât și tehnologii viitoare (inclusiv fibra optică, cablarea coaxială și semnalele wireless pentru internet).

Dar explicația pe care o consider a fi memorabilă nu este cea dată de Maxwell pentru electromagnetism, cunoscută, de altminteri, pentru frumusețea și eleganța sa. Mi-a atras atenția mai degrabă explicația lui Heald potrivit căreia liniile de câmp electric se comportă asemenea unor brățări elastice de pluș: se vor pe cât de scurte posibil (pentru că sunt elastice), dar nu se prea suportă una lângă cealaltă (pentru că-s plușuri). Iar asta se constituie într-o descriere potrivită și ușor de înțeles

care m-a ajutat la momentul potrivit în proiectele de design. Ca să nu mai spun că oferă și o analiză cantitativă încă și mai profundă a naturii ecuațiilor lui Maxwell: soluția locală pentru geometria de câmp poate fi înțeleasă ca o rezolvare în planul optimizării globale.

Aceste tipuri de echivalențe științifice care sunt anticipative, în aceeași măsură cât sunt și descriptive, ne ajută să cercetăm acele registre în care mintea omenească nu este suficient de evoluată ca să poată opera. Forțele unificatoare nu reprezintă ceva ce poate fi întâlnit zilnic, dar explicarea acestora, da. A recunoaște faptul că un anumit lucru este exact la fel ca altul reprezintă un tip de gândire orientată pe obiect, care ne ajută să elaborăm raționamente mai complexe plecând de la idei mai simple.

Am înțeles faza Berry de rotație încercând să-mi rotesc mâna și să mențin, totodată, un pahar în poziție verticală; am înțeles ecoul de spin de tip RMN balansându-mi brațele în timp ce mă învârteam; alinierea planurilor semiconductorului Fermi într-un punct de joncțiune a căpătat sens atunci când mi-a fost explicată prin acțiunea de umplere a unor găleți cu apă. Ca în cazul brățărilor elastice de pluș și al câmpurilor electrice, aceste relații constituie analogii ale unor ecuații dominante. Spre deosebire de cuvinte, acestea pot fi precise, venind cu explicații ce pun în relație un academism nefamiliar cu o serie de experiențe familiare.

PRINCIPIUL INERȚIEI

LEE SMOLIN

Fizician, Perimeter Institute; scriitor, *The Trouble with Physics*, *The Life of the Cosmos* și *Three Roads to Quantum Gravity*

Explicația mea științifică preferată o reprezintă principiul inerției. Acesta argumentează de ce nu simțim Pământul în mișcare. Principiul respectiv a constituit, probabil, cel mai contraintuitiv și mai revoluționar pas făcut de știință în ansamblu. A fost avansat și de Galileo, și de către Descartes și a constituit esența nenumăratelor demersuri explicative de succes din fizică în secolele care au trecut. Principiul inerției este răspunsul la o întrebare foarte simplă: *Cum de se mișcă un obiect care este liber (în sensul că mișcarea acestuia nu este determinată de influențe sau forțe exterioare)?*

Pentru a răspunde la întrebarea aceasta avem nevoie de o definiție a mișcării. Ce înseamnă faptul că ceva se mișcă? Concepția modernă este că mișcarea poate fi descrisă prin raportarea la un observator extern.

Luați în considerare un obiect în repaus în relație cu propria persoană – pisica de vă doarme în poală, de exemplu – și imaginați-vă cum aceasta le transmite altor observatori impresia de mișcare. În funcție de cum se deplasează însuși observatorul cu pricina, pisica poate lăsa impresia oricărui tip de mișcare. Dacă observatorul se mișcă în jurul

vostru, și pisica îi va lăsa lui impresia de mișcare de rotație. Așadar, pentru ca întrebarea privitoare la mișcarea obiectelor libere să aibă sens, trebuie să luăm în considerare o clasă aparte de observatori. Răspunsul la întrebare sună cam așa:

Există o categoria specială de observatori, prin raportare la care toate obiectele libere par să se afle fie în repaus, fie în mișcare în linie dreaptă cu o viteză constantă.

Și tocmai am enunțat principiul inerției.

Forța acestui principiu rezidă în caracterul său eminamente general. Odată ce un observator special percepe un obiect liber care se mișcă în linie dreaptă cu o viteză constantă, va constata că toate celelalte obiecte libere sunt în mișcare.

Mai mult, să presupunem că ești în postura observatorului special. Orice observator care se deplasează în linie dreaptă cu o viteză constantă prin raportare la tine va vedea și el că toate obiectele libere se mișcă cu o viteză constantă în linie dreaptă cu referire la persoana sa. Observatorii speciali constituie o clasă aparte, una ai cărei membri se află, cu toții, în mișcare cu referire unul la celălalt. Acești observatori speciali se numesc *observatori inerțiali*.

O consecință imediată și instantanee e aceea că nu există o semnificație absolută în faptul de a nu te mișca. Un obiect se poate afla în repaus cu referire la un observator inerțial, dar alți observatori inerțiali îl vor percepe ca mișcându-se – totdeauna în linie dreaptă și cu o viteză constantă. Iar acest lucru poate fi exprimat sub forma unui principiu:

Nu există nicio modalitate, atunci când observăm obiecte în mișcare, de a face diferența dintre observatorii în repaus și observatorii inerțiali.

Orice observator inerțial poate susține în mod credibil că el se află în stare de repaus și că ceilalți sunt în mișcare. Iar asta se numește

principiul relativității al lui Galileo. Acesta explică de ce Pământul se mișcă fără ca noi să percepem efectele propriu-zise ale mișcării sale.

Pentru a ne da seama cât de revoluționar a fost acest principiu, trebuie să se consemneze faptul că fizicienii din secolul al XVI-lea puteau fi în dezacord, printr-o simplă luare sub observație, cu teoria lui Copernic că Pământul se mișcă în jurul soarelui: aruncând o minge din vârful unui turn. Dacă Pământul s-ar fi învârtit în jurul propriei axe, descriind o orbită în jurul soarelui la vitezele impuse de Copernic, mingea ar fi trebuit să aterizeze la mare distanță de turn, nicidecum la baza acestuia. *Ceea ce trebuia demonstrat*: Pământul este în repaus.

Argumentația aceasta avansează însă supoziția că mișcarea este absolută, definibilă prin raportare la un observator special aflat în stare de repaus, prin referire la care obiectele asupra cărora nu se exercită niciun fel de forțe intră în repaus. Modificând definiția mișcării, Galileo a putut demonstra că același experiment dovedește că Pământul s-ar afla, într-adevăr, în mișcare.

Principiul inerției a constituit esența Revoluției Științifice din secolul al XVII-lea; mai mult decât atât, el conținea în sine germenii revoluțiilor ce aveau să vină. Pentru a înțelege de ce, trebuie să remarcați calificativul prezent în modul cum Galileo a formulat principiul relativității: „prin observarea obiectelor în mișcare". Timp de mulți ani, s-a crezut că într-o zi vom ajunge să emitem alte tipuri de observații ce vor determina care anume sunt observatorii aflați în mișcare și care cu adevărat în repaus. Einstein și-a elaborat teoria sa specială a relativității pornind de la eliminarea acestui calificativ. Principiul relativității formulat de el susține că:

> *Nu există nicio modalitate de a face diferența dintre observatorii în repaus și alți observatori inerțiali.*

Și mai sunt și altele de consemnat. La un deceniu după relativitatea specială, principiul inerției a constituit germenele următoarei revoluții – descoperirea relativității generale. Principiul a ajuns să fie generalizat

înlocuindu-se „care se mișcă în linie dreaptă cu o viteză constantă" cu „care se mișcă de-a lungul unei geodezice în spațiu-timp". O geodezică reprezintă generalizarea unei linii drepte în geometria curbă – constituie distanța cea mai scurtă dintre două puncte. Așa se face că acum principiul inerției sună cam așa:

Există o categorie specială de observatori, prin raportare la care toate obiectele libere par să se miște de-a lungul unor geodezice în spațiu-timp. Aceștia sunt observatorii aflați în cădere liberă într-un câmp gravitațional.

Și iată și o generalizare ulterioară:

Nu există nicio modalitate de a stabili vreo diferență între observatorii aflați în cădere liberă.

Acesta a devenit principiul echivalenței al lui Einstein, esența teoriei sale generale a relativității.

Dar există oare ceva adevărat în principiul inerției? Până acum, acesta a fost verificat în împrejurări în care energia de mișcare a unei particule își surclasează masa cu 11 ordine de mărime. Ceea ce este impresionant în sine, dar încă mai rămâne loc ca principiul inerției să eșueze. Doar pe cale experimentală ne putem da seama dacă fie principiul inerției ca atare, fie eșecul înregistrat de el va constitui esența revoluțiilor științifice viitoare.

Oricare ar fi însă rezultatele, aceasta este singura explicație științifică care a supraviețuit nevătămată atât de mult timp, care s-a dovedit adevărată în atâtea contexte și care a generat atât de multe revoluții științifice.

A VEDEA ÎNSEAMNĂ A CREDE: DE LA EFECTELE PLACEBO LA FILMELE DIN CREIER

ERIC J. TOPOL

Profesor de genomică translațională cu distincția Gary and Mary West Chair of Innovative Medicine, Scripps Research Institute; scriitor, *The Creative Destruction of Medicine*

Creierul omenesc – cu cele o sută de miliarde de neuroni și cu un cvadrilion de sinapse, cu câteva miliarde mai mult sau mai puțin, pe ici, pe colo – reprezintă una dintre cele mai complexe entități ce se lasă a fi demistificate. Iar asta nu poate fi decât un lucru bun, dat fiind că nu ne dorim ca alții să ne citească gândurile, pentru că asta ar împinge mult prea departe recentul trend major al transparenței.

Utilizarea, însă, a rezonanței magnetice funcționale (RMN) și a tomografiei cu emisie de pozitroni [PET – positron emission tomography] pentru a scana creierul și a construi reprezentări sofisticate ale zonelor sale de activitate validează, pentru toți scepticii, aforismul de tipul „A vedea înseamnă a crede". Una dintre cele mai îndelungate controverse din medicină a fost reprezentată de dorința de a afla dacă efectul placebo, un produs final complex de tipul minte-corp, presupune un mecanism biologic autentic. Controversa cu pricina pare să se rezolve acum

prin recunoașterea faptului că traseul opioidelor – indus de către medicamente precum morfina și oxicontina – prezintă același tipar de activare cerebrală precum cel indus de administrarea medicamentelor cu efect placebo de calmare a durerii. Iar după administrarea unui medicament cu efect placebo la pacienții bolnavi de Parkinson s-a detectat eliberarea de dopamină în anumite zone din creier. Într-adevăr, reconsiderarea efectului placebo pentru a include mecanisme psihobiologice discrete, distincte, a impulsionat demersul de luare în considerare a medicamentelor placebo ca mijloace terapeutice – Harvard University a înființat recent un institut dedicat, The Program in Placebo Studies and the Therapeutic Encounter [Programul de studii placebo ca remedii terapeutice].

Decodarea efectului placebo pare a fi un pas înainte pe drumul către aventura mai ambițioasă a citirii gândurilor. În vara lui 2011, un grup de studiu de la University of California – Berkeley a elaborat, prin reconstituirea reprezentărilor imagistice de activare a creierului, o reproducere destul de fidelă a unor filmulețe de pe Youtube prezentate participanților la experiment.[1] A fost impresionant, dacă nu chiar de-a dreptul bizar, să se constate asemănarea, la nivelul comparațiilor cadru cu cadru, dintre înregistrări ca atare și ceea ce s-a reconstituit pe baza imagisticii cerebrale.

Dacă punem în legătură acest fapt cu dezvoltarea susținută a dispozitivelor portabile miniaturale de tip RMN, s-ar putea să realizăm că ne aflăm pe drumul de a ne viziona dimineața pe iPad visele de peste noapte. Sau, și mai îngrijorător, să-i arătăm oricui este interesat de asta filmele care se derulează în creierul nostru.

[1] Shinji Nishimoto et al., „Reconstructing Visual Experiences from Brain Activity Evoked by Natural Movies", *Curr. Biol.*, 21: 19, 1641–46 (2011).

DISCONTINUITATEA ȘTIINȚEI ȘI A CULTURII

GERALD HOLTON

Profesor universitar cu distincție Mallinckrodt de fizică și profesor emerit de istoria științei, Harvard University; coeditor (alături de Peter Galison și Silvan Schweber), *Einstein for the 21st Century: His Legacy in Science, Art, and Modern Culture*

Din când în când, secțiuni vaste ale umanității se trezesc pe nepusă masă într-un univers diferit. Știința, cultura și societatea au cunoscut mutații tectonice, într-un sens mai bun sau mai rău – afirmarea câte unui lider politic sau religios puternic, Declarația de Independență, abolirea sclaviei – sau, pe de altă parte, prăbușirea Romei, Marea Ciumă, cele două războaie mondiale.

La fel stau lucrurile și în planul artistic. Astfel, Virginia Woolf a făcut următoarea afirmație memorabilă: „Undeva prin decembrie 1910, caracterul omenesc s-a schimbat", ceea ce se datorează, din punctul său de vedere, expoziției de amploare a picturilor postimpresioniste din Londra anului respectiv. Iar după ce a fost făcută publică descoperirea nucleului, Wassily Kandisky consemna: „Prăbușirea modelului atomului a fost echivalentă, pentru mine însumi, cu prăbușirea lumii ca atare.

Pe neașteptate, au căzut cele mai puternice ziduri...", iar el s-a orientat spre un nou gen de pictură.

Fiecare dintre aceste transformări la scară mondială tinde să fie profund tulburătoare sau angoasantă. Ele se afirmă ca niște fisuri bruște în configurația obișnuită a istoriei și necesită explicații, cu tratate care se publică an de an, fiecare sperând să vină cu un răspuns, în tentativa de a găsi o cauză a derivei generale.

Mă voi opri, în cele ce urmează, asupra unui singur asemenea fenomen.

În 1611, John Donne a publicat poemul *The First Anniversary*, cu celebrele lui versuri: „Iar noua filozofie pune totul sub semnul întrebării / Și elementarul foc a fost cu totul dat uitării", pentru ca un pic mai încolo să continue: „...Totul se năruie în fața Atomilor, / Până ajunge totul doar bucăți și coerența moare, / Totul, doar material de lucru, totul, numai relații." Acesta împreună cu mulți alții ca el au intuit că vechea ordine și unitate au fost substituite de relativism și discontinuitate. Explicația angoasei resimțite de el a constituit-o un eveniment neașteptat care survenise cu un an înainte: descoperirea de către Galileo a faptului că există munți pe Lună, că există munți pe Jupiter, că sunt infinit mai multe stele decât se crezuse până atunci.

Despre acest eveniment și despre descoperirile spre care a condus el, istoricul Marjorie Nicolson consemna următoarele: „Putem data, probabil, începutul gândirii moderne în noaptea de 7 ianuarie 1610, când Galileo, cu ajutorul instrumentului proiectat de el [telescopul], și-a dat seama că tocmai a descoperit planete noi, dar și lumi noi, mult mai cuprinzătoare."[1]

Cu adevărat, prin toată activitatea sa, Galileo a venit cu o explicație profundă și elegantă pentru problema structurării Cosmosului – oricât ar fi fost asta de dureros pentru gânditorii de tip aristotelic și pentru poeții vremii sale. La urma urmelor, teoria copernicană, formulată cu mult timp înainte, se bucura de mai multă credibilitate. Începând cu acest pas uriaș înainte, o nouă știință și o nouă cultură se puteau naște.

[1] *Science and Imagination*, Ithaca, New York, Cornell University Press, 1956, p. 4.

HORMESIS ÎNSEAMNĂ REDUNDANȚĂ

NASSIM NICHOLAS TALEB

Profesor universitar în domeniul ingineriei de risc, NYU-Poly, scriitor, *The Black Swan*

Natura este cel mai bun statistician și probabilist. Urmează o anumită logică întemeiată pe niveluri de redundanță, ca abordare centrală a managementului de risc. Natura lucrează cu piese de rezervă (doi rinichi) și cu surplus în multe, multe privințe (și aici ne referim la plămâni, sistemul neuronal, sistemul arterial etc.), în timp ce constructele omenești tind să fie simple și optimizate în exces și fiind opuse redundanței – prin obținerea unui avantaj maxim cu mijloace minime; înregistrăm un parcurs istoric al contractării unor datorii, în timp ce reversul este redundanța (o sumă de 50 000 de dolari lichizi în bancă sau, și mai bine, sub saltea înseamnă redundanță; faptul de a-i datora băncii o sumă echivalentă se constituie deja în datorie).

Acum, în chip remarcabil, mecanismul numit hormesis reprezintă o formă de redundanță și se dovedește a fi statistic sofisticat în moduri pe care știința omenească (de până acum) nu le-a putut pătrunde.

Hormesis desemnează un fenomen care se produce atunci când o parte infimă dintr-o substanță dăunătoare, sau un factor de stres, în doza potrivită sau de o intensitate potrivită, stimulează organismul și-l

ajută să devină mai puternic, mai sănătos, pregătindu-l pentru o doză mai puternică ce urmează a fi administrată la următoarea expunere. Acesta este motivul pentru care frecventăm sala de forță, ne deprivăm periodic de consumul de alimente sau calorii sau supracompensăm provocările devenind mai duri. Hormesis a pierdut ceva din respectul, interesul și practica științifică după anii 1930, parțial din cauză că unii oameni asociau în mod eronat conceptul acesta cu practica homeopatiei. Corelarea lor era una nejustificată, dat fiind că mecanismele cu pricina sunt destul de diferite. Homeopatia se bazează pe alte principii, cum ar fi cel potrivit căruia poțiuni minuscule, puternic diluate, din agenții de boală (atât de mici că abia puteau fi percepute, prin urmare nici n-ar fi putut provoca hormesis) contribuiau la vindecarea bolii ca atare. Aceasta prezenta prea puțină susținere empirică și ține astăzi de sfera medicinei alternative, în timp ce hormesis, ca efect, se bucură de un suport științific considerabil.

Se pare însă că logica redundanței și aceea a supracompensației sunt similare – ca și cum natura ar dispune de un stil simplu, elegant și uniform de a rezolva lucrurile. Dacă ingerez, să spunem, 15 miligrame dintr-o substanță otrăvitoare, corpul meu va deveni mai puternic, pregătindu-se să primească 20 de miligrame sau mai mult. Dacă-mi întăresc structura osoasă (practicând karate sau cărând găleți de apă pe cap), asta va face ca oasele să fie pregătite pentru o solicitare mai intensă, devenind mai dense și mai puternice. Un sistem care supracompensează se află în mod obligatoriu într-o stare de agilitate maximă, dobândind capacități și forță sporite pentru că anticipează posibilitatea apariției unor situații mai solicitante, ca reacție la informațiile despre eventuala intervenție a hazardului. Aceasta constituie o formă foarte sofisticată de a descoperi probabilitățile prin intermediul factorilor de stres. Și firește că o asemenea capacitate și forță sporite se dovedesc a fi utile – prin ele însele – ca oportunități care pot fi folosite în scop personal chiar și în absența intervenției hazardului. Redundanța reprezintă o abordare agresivă, nicidecum una defensivă, a vieții.

Din nefericire, metodele noastre instituționale de management al riscului sunt cu totul diferite. Practica actuală constă în analizarea trecutului pentru a depista cel mai rău scenariu posibil, numit un „test de stres", și într-o adaptare corespunzătoare, fără să ne imaginăm vreodată că, așa cum trecutul a cunoscut o mare deviație care nu a avut un precedent în sine însăși, această deviație s-ar putea dovedi insuficientă. De exemplu, sistemele curente se raportează la cea mai gravă recesiune istorică, la cel mai sângeros război, la cea mai gravă cădere a cursului valutar, la cel mai prost moment de pe piața muncii etc. ca la o ancoră înspre cel mai nefericit rezultat viitor posibil. Mulți dintre noi s-au simțit frustrați – chiar foarte frustrați – de metoda de testare a stresului prin care oamenii nu trec niciodată dincolo de ceea ce s-a întâmplat mai înainte și sunt chiar nevoiți să se confrunte cu modul curent de exprimare a unui empirism naiv („Ai vreo dovadă pentru asta?") atunci când li se sugerează că trebuie să se aștepte la ce este mai rău.

Și, desigur, aceste sisteme nu practică mental exercițiul recurent de a percepe ceea ce este de ordinul evidenței – că însuși evenimentul cel mai rău din trecut nu a avut un precedent de o amploare echivalentă și că o persoană care ar fi invocat cel mai rău caz din trecut din Europa dinaintea Primului Război Mondial ar fi avut o mare surpriză. Am numit asta subestimarea lui Lucrețiu, după numele marelui filozof latin care a scris că doar neghiobii cred că muntele cel mai înalt care există ar trebui să fie egal cu cel mai înalt munte pe care aceștia l-au văzut. Danny Kaheman a consemnat, folosind ca suport cuvintele lui Howard Kunreuther, că „acțiunile cu rol protector, întreprinse fie de indivizi, fie de guverne, sunt de regulă concepute să corespundă celui mai mare dezastru trăit ca atare... Imagini ale unei nenorociri mai mari de atât nu le vin prea lesne în minte".[1] În Egiptul antic, de pildă, scribii căutau în arhive nivelul cel mai mare la care urcase Nilul pentru a stabili scenariul cel mai rău cu putință. Nu a existat nici măcar un expert în științe eco-

[1] Daniel Kahneman, *Thinking, Fast and Slow*, New York, Farrar, Straus & Giroux, 2011, p. 137.

nomice care să cerceteze un fapt evident: evenimentele extreme se petrec potrivit cu ceea ce s-a întâmplat în trecut? Din spate ar veni atunci răspunsul inevitabil: „Nu, nicidecum, îmi pare rău."

Aceeași nesăbuință periculoasă poate fi constatată la nivelul metodologiei folosite pentru reactorul nuclear de la Fukushima, construit în corelație cu cel mai nefericit eveniment trecut, fără a se fi putut imagina sau extrapola un rău mai mare de atât. Ei bine, spre deosebire de inginerii managementului situațiilor de risc, natura se pregătește pentru ceea ce nu s-a mai întâmplat niciodată înainte, pe ideea că un rău și mai mare se poate ivi oricând.

Așadar, dacă oamenii se comportă de parcă ar purta ultimul război, natura se pregătește pentru următorul război. Firește că există o limită biologică pentru supracompensarea noastră.

Această formă de redundanță rămâne cu mult mai pasibilă de extrapolare decât o poate face mintea omenească, care este interpolară.

Marele Benoit Mandelbrot, decedat în urmă cu doi ani[1], a constatat aceeași similitudine fractală egală cu sine în natură și în probabilitățile aferente evenimentelor istorice și economice. Este uimitor să constatăm cum cele două domenii se reunesc sub semnul noțiunii de redundanță de tip fractal.

P.S.: La nivelul discursului științific obișnuit, cuvântul „fitness" pare să nu fie suficient de exact. Nu reușesc să-mi dau seama dacă ceea ce se numește „fitness darwinian" este o pură adaptare interpolară la mediul înconjurător sau dacă presupune un element de extrapolare statistică. Altfel spus, se remarcă existența unei distincții semnificative între robustețe (neafectată de factorii de stres) și ceea ce eu am numit antifragilitate (ce are de câștigat, adică, de pe urma factorilor de stres).

[1] Benoit Mandelbrot, considerat întemeietorul geometriei fractale, a decedat în 2010. Referirea din text se face la momentul scrierii cărții (n. tr.).

FRUMOASA LEGE A CONSECINȚELOR NEINTENȚIONATE

ROBERT KURZBAN

Profesor colaborator de psihologie evoluționistă, University of Pennsylvania; director, Pennsylvania Laboratory for Experimental Evolutionary Psychology (PLEEP); scriitor, *Why Everyone (Else) is a Hypocrite*

Potrivit ghidului turistic ce m-a însoțit în plimbarea mea prin regiunea The Rocks din Sidney, Australia, am aflat că, atunci când ciuma a lovit orașul în jurul anului 1900, a fost pusă o recompensă pe șobolani pentru a-i încuraja pe oameni să-i omoare, dat fiind că se știa că șobolanii transmit puricii care dau mai departe boala înspre oameni. Scopul acelei recompense era cât se poate de evident: reducerea numărului de șobolani pentru a se reduce pericolul de răspândire a bolii. O consecință neintenționată s-a dovedit însă a fi faptul că locuitorii orașului, ispitiți de valoarea recompensei, au început să crească șobolani.

Legea consecințelor neintenționate îi este adesea atribuită sociologului american Robert Merton, deși caracterul său general se manifestă în varii forme, nu în ultimul rând în noțiunea înaintată de Adam Smith a Mâinii Invizibile, și este oarecum fascinantă prin haosul creat, de parcă Natura și-ar băga mereu nasul în tentativele noastre de a o lua sub control.

Ideea este că, atunci când oamenii intervin la nivelul unor sisteme cu o multitudine de componente în mișcare, mai ales când este vorba despre ecologie și economie, intervenția respectivă, datorită conexiunilor complexe dintre componentele sistemului, se va solda cu o serie de efecte aflate dincolo de limitele celor intenționate, inclusiv cu unele care nu au fost prevăzute sau sunt de-a dreptul imprevizibile.

Iar exemplele în acest sens sunt foarte numeroase. Revenind la Australia, unul dintre cele mai bune dintre exemplele cunoscute de consecințe neintenționate este dat de cazul iepurilor, aduși ca hrană de către Prima Flotă, eliberați apoi în sălbăticie pentru a fi vânați, însă cu consecința neintenționată că populația de iepuri s-a înmulțit până la cote uimitoare, provocând dezastre ecologice de nedescris. Iar acest fapt, la rândul său, a dus la dezvoltarea unor măsuri de control al populației de iepuri, inclusiv la construirea unui gard extraordinar de lung, care a generat consecința neintenționată de a le ajuta să ajungă din nou acasă pe trei tinere în anii 1930 – fapt care, la rândul său, a avut drept consecință neintenționată crearea unui film ce s-a bucurat de multă recunoaștere (*Rabbit-Proof Fence*, 2002).

Aceste înșiruiri de consecințe se produc deoarece schimbările induse la nivelul unei componente a sistemului format din mai multe elemente ce interacționează între ele determină transformări ale altor părți ale sistemului. Deoarece multe dintre sistemele pe care încercăm să le influențăm sunt complexe, dar insuficient înțelese – corpul omenesc, diferitele forme de habitat, piețele de schimb –, există toate șansele să se producă o serie de consecințe care sunt dificil de anticipat.

Asta nu este ca și cum am spune că respectivele consecințe neintenționate sunt întotdeauna și indezirabile. Recent, unele state au modificat legislația referitoare la consumul de marijuana, facilitând demersurile de procurare a acesteia în scopuri medicale. Este posibil ca legea să fi redus, sau nu, suferința pacienților cu glaucom, dar datele culese din accidentele rutiere sugerează faptul că modificarea în acest sens a legislației a redus în mod evident, cu aproape nouă procente, nefericirile care se petrec pe șosea. (Oamenii au înlocuit, adică, alcoolul cu

marijuana și se pare că ar șofa mai bine drogați decât beți.) Nu a fost în intenția legii cu pricina să salveze viața participanților la trafic, dar cu siguranță că acesta a fost efectul creat. Un alt exemplu, la o scară mai mică, dar mai drag sufletului meu, îl constituie creșterea recentă bruscă cu o treime a prețului locurilor de parcare din cadrul University City, Philadelphia, acolo unde îmi desfășor activitatea. Intenția legislației elaborate în acest sens a fost aceea de a crește astfel veniturile prin care sunt finanțate instituțiile de învățământ din oraș. Una dintre consecințele sale neintenționate – dat fiind că studenții nu păreau foarte dornici să plătească mai mult pentru parcare – este aceea că pot fi sigur că voi găsi un loc de parcare atunci când vin cu mașina la școală.

Este de așteptat ca intervenția exercitată la nivelul oricărui sistem suficient de complex să producă efecte neintenționate. Îi tratăm pe bolnavi cu antibiotice și selectăm tulpinile rezistente ale agenților patogeni. Purcedem la selecția artificială a buldogilor cu botul încrețit și alte caracteristici mai puțin plăcute, cum ar fi problemele de respirație, vin la pachet cu ceea ce ne-am dorit să obținem. Tratăm răul de dimineață la gravide cu talidomidă și se nasc bebeluși cu defecte congenitale.

În domeniul economic, majoritatea politicilor implementate exercită diferite tipuri de efecte imprevizibile, prohibiția și interdicțiile constituind câteva dintre exemplele cele mai concludente – și includem aici, desigur, Prohibiția însăși, care s-a soldat cu diverse consecințe, printre care, demonstrabilă, creșterea crimei organizate. Dat fiind că guvernele interzic de obicei tocmai acele lucruri care le plac oamenilor cel mai mult, atunci când interdicțiile se înăspresc, oamenii găsesc modalități de satisfacere a respectivelor gusturi, fie prin intermediul substitutelor, fie al pieței negre, ambele având diverse consecințe. Interziceți băuturile carbogazoase și veți constata o creștere a vânzărilor de energizante. Interziceți comerțul cu organe și veți constata apariția unei piețe negre internaționale de vânzare a organelor și de realizare a unor intervenții chirurgicale neavizate. Interziceți vânătoarea leilor de munte și veți pune în pericol speciile locale.

Există ceva straniu de frumos în ceea ce privește ramificațiile cauzalității la nivelul sistemelor complexe, cu aceeași putere de atracție pe care o descoperim în lipsa deliberată de eleganță a mașinilor Rube Goldberg. Și nimic din toate acestea nu ne dă voie să spunem că riscurile inevitabile de a fi luați prin surprindere de acțiunile noastre înseamnă că trebuie să cedăm în fața pesimismului. Dimpotrivă, asta ne aduce aminte să acționăm cu prudență și modestie. Pe măsură ce ne vom spori capacitatea de înțelegere a sistemelor vaste, complexe, vom dezvolta modalități noi de anticipare a consecințelor neintenționate cu care se soldează acțiunile pe care le întreprindem. Dispunem, deja, de câteva linii directoare în acest sens: oamenii vor găsi substitute pentru produsele interzise sau supuse unor taxe mari; înlăturarea unei specii din cadrul unui sistem ecologic penalizează, de regulă, populațiile care o foloseau ca pradă și crește numărul speciilor concurente; iar exemplele ar putea continua. Așa că, de vreme ce întotdeauna vor exista consecințe neintenționate, acestea nu ar trebui să rămână imposibil de anticipat în totalitate.

SUNTEM CEEA CE FACEM

TIMOTHY D. WILSON

Profesor de psihologie cu distincția Sherrell J. Aston, University of Virginia; scriitor, *Redirect: The Surprising New Science of Psychological Change*

Oamenii devin ceea ce fac. Această explicație a felului în care oamenii dobândesc atitudini și trăsături îi aparține regretatului filozof britanic Gilbert Ryle, dar a fost elaborată ca atare de către psihologul social Daryl Bem în cadrul teoriei percepției de sine. Oamenii fac inferențe cu privire la ceea ce sunt, sugerează Bem, prin observarea propriului comportament.

Teoria percepției de sine se întoarce împotriva sa însăși. Oamenii acționează în felul în care o fac datorită propriilor trăsături de personalitate și propriilor atitudini, corect? Înapoiază un portofel pierdut pentru că sunt cinstiți, își reciclează gunoiul pentru că le pasă de mediul înconjurător și dau circa 5 dolari pentru un *latte brulée* pentru că le plac băuturile scumpe pe bază de cofeină. Este evident că comportamentul derivă din dispozițiile noastre interne, dar revelația lui Bem a constat în sugerarea faptului că și reversul este valabil. Dacă returnăm un portofel pierdut, sentimentul propriei onestități are de câștigat din asta. După ce am scos gunoiul din casă pentru a-l recicla, tragem concluzia că ne

pasă într-adevăr de mediu. Iar după ce cumpărăm cafeaua aceea, presupunem că trebuie să fim buni cunoscători în ale cafelei.

Teoria aceasta a fost confirmată prin sute de experimente care au evidențiat momentul când acest proces de emitere a unor supoziții referitoare la sine intră cel mai bine în acțiune (de exemplu, când oamenii cred că optează liber să se comporte așa cum o fac și când nu sunt siguri de la început cum se simt în această privință).

Teoria percepției de sine dă dovadă de eleganță tocmai prin simplitatea sa. Dar manifestă și profunzime, date fiind implicațiile semnificative pentru natura minții umane. Alte două idei semnificative rezultă de aici. Prima este că suntem străini față de noi înșine. Până la urmă, dacă ne-am cunoaște mintea, de ce ar fi nevoie să ne ghicim preferințele pe baza comportamentului? Dacă mintea noastră ar funcționa asemenea unei cărți deschise, am ști sigur cât de cinstiți suntem și cât de mult ne place cafeaua. În schimb, avem adesea nevoie să ne analizăm comportamentul pentru a ne da seama cine suntem. Teoria percepției de sine a anticipat astfel revoluția din psihologie în sfera de studiu a conștiinței omenești, o revoluție care a dezvăluit limitele inerente ale introspecției.

Dar se pare nu doar că ne raportăm la propriul comportament pentru a ne descoperi dispozițiile lăuntrice – mai facem și inferența unor dispoziții care n-au fost acolo mai înainte. De multe ori, comportamentul ne este modelat de presiunile subtile din mediu, dar nu reușim să le conștientizăm ca atare. Ajungem, în felul acesta, să credem în mod eronat că manifestările comportamentale au emanat dintr-o anumită dispoziție lăuntrică. Poate că nu suntem chiar atât de cinstiți și am returnat portofelul pierdut doar ca să facem o impresie bună asupra oamenilor din jur. Doar că, dacă nu reușim să ne dăm seama de asta, atunci deducem că suntem exemplar de onești. Poate că reciclăm deșeurile pentru că primăria orașului a facilitat în mod deosebit acest proces (dându-ne un coș de gunoi pentru asta și venind să-l ridice de la salubritate în fiecare marți), iar consortul și vecinii s-ar supăra dacă n-am face-o. În loc să identificăm toate aceste motivații, noi presupunem însă că ar trebui să fim nominalizați pentru Medalia Lunii pentru cel mai

Verde Cetățean. Nenumărate studii în domeniu au dezvăluit că oamenii sunt extrem de sensibili față de influența socială, dar că rareori își recunosc această sensibilitate în toată amploarea sa, ajungând astfel să-și atribuie în mod eronat complianța propriilor dorințe autentice.

Asemenea tuturor explicațiilor psihologice sustenabile, teoria percepției de sine are și utilitate practică. Este implicată în câteva dintre versiunile psihoterapeutice, în cadrul cărora clienții sunt încurajați să-și modifice, mai întâi, comportamentul, în ipoteza că vor urma imediat și modificările de la nivelul dispozițiilor lăuntrice. Se obișnuia să se prevină sarcinile nedorite în adolescență prin implicarea adolescenților în servicii comunitare. Activitatea voluntară determină modificarea imaginii de sine, făcându-i pe tineri să se simtă mai puternici ca parte din comunitate și mai puțin predispuși să manifeste comportamente de risc. Pe scurt, ar trebui să fim cu toții atenți la sfatul lui Kurt Vonnegut: „Suntem ceea ce pretindem a fi, așa că ar trebui să fim atenția la ceea ce pretindem a fi."

DIFERENȚELE DE PERSONALITATE: IMPORTANȚA HAZARDULUI

SAMUEL BARONDES

Profesor Jeanne and Sanford Robertson de neurobiologie și psihiatrie, University of California, San Francisco; scriitor, *Making Sense of People*

În epoca de aur a filozofiei grecești, Teofrast, succesorul lui Aristotel, a formulat o întrebare rămasă și astăzi memorabilă: „Cum de s-a ajuns că, deși toată Grecia are aceeași climă, iar toți grecii au parte de aceeași educație, nu prezentăm aceeași configurație a caracterului [personalitate]?" Întrebarea este notabilă în mod deosebit pentru că transmite sensul a ceea ce este fiecare dintre noi, iar în prezent știm suficient de multe pentru a putea da și un răspuns: fiecare structură de personalitate reflectă activitatea circuitelor neuronale care se dezvoltă treptat prin direcționarea complexă a unui set, unic în cazul fiecărei persoane, de gene și experiențe. Ceea ce face ca implicațiile acestui răspuns să fie atât de profunde este tocmai faptul că ele ne conduc înspre concluzia inevitabilă că diferențele de personalitate sunt, în mare parte, influențate de evenimente aleatorii.

Vorbim de două tipuri de evenimente aleatorii care influențează contribuția genetică la configurarea personalității. Primul tip, și cel mai evident, este reprezentat de evenimentele prin care părinții cuiva au

ajuns să fie împreună. Fiecare dintre cei doi prezintă o selecție aparte de variabile genetice, ca o amprentă personală a variabilelor care s-au acumulat la nivelul genomului omenesc colectiv, iar cele două repertorii genetice parentale stabilesc limitele pentru posibilele variabile ce le pot fi transmise copiilor. Al doilea tip de evenimente aleatorii este dat de fuziunea întâmplătoare a unui anumit ovul cu spermatozoidul, din care apare embrionul, ce prezintă o selecție randomizată a jumătate dintre variabilele genetice ale fiecărui părinte. Și tocmai interacțiunile combinației unice rezultate de aici de variabile genetice materne și paterne joacă un rol semnificativ în cadrul procesului de dezvoltare de douăzeci și cinci de ani prin care se formează configurația cerebrală și personalitatea unui om. Așadar, cele două accidente de la naștere – părinții care ne-au conceput și combinația ovulului cu spermatozoizii din care am apărut – exercită o influență decisivă asupra tipului de oameni care devenim.

Dar genele nu acționează independent. Deși există programe congenitale de expresie a genelor care continuă să se dezvolte în perioada maturității timpurii pentru a direcționa formarea unor configurații brute ale circuitelor neuronale, aceste programe sunt concepute în mod particular pentru a include informații din mediul fizic și social al unei persoane. O parte a acestui proces de adaptare la împrejurările speciale pe care le parcurge cineva trebuie să se manifeste în perioade specifice de evoluție, așa-numitele perioade critice. Circuitele neuronale, de pildă, care controlează accentul caracteristic limbii native a cuiva sunt sensibile la influențele de mediu doar pentru o perioadă scurtă de evoluție.

Și, la fel cum hazardul influențează setul individual de gene cu care ne-am născut, la fel îl influențează și contextul particular în care ne-am născut. La fel cum zestrea genetică ne predispune la a fi mai mult sau mai puțin prietenoși, sau siguri pe noi, sau de încredere, mediul în care creștem ne predispune la a adopta anumite scopuri, a valorifica anumite oportunități, a manifesta anumite reguli de conduită. Cele mai evidente particularități de mediu sunt de ordin cultural, religios, social și economic, fiecare dintre ele fiind transmise de o serie de agenți critici: părinți,

rude, profesori, prieteni. Iar conținutul specific al acestor influențe semnificative – epoca, spațiul, cultura etc. specifice în care se întâmplă să ne fi născut – echivalează, în aceeași măsură, cu o aruncare a zarurilor ca și conținutul specific al ovulului și spermatozoidului din care am apărut.

Să nu uităm, desigur, că hazardul nu înseamnă destin. Recunoașterea faptului că evenimentele aleatorii contribuie la conturarea diferențelor individuale de personalitate nu presupune automat că fiecare existență este predeterminată sau că nu există liber-arbitru. Personalitatea care se formează plecând de la anumite accidente biologice sau socio-culturale survenite la naștere poate fi modificată în chip deliberat în multe feluri, chiar și în perioada adultă. Oricum ar sta lucrurile, evenimentele aleatorii care ne influențează dezvoltarea cerebrală în primele decenii de viață lasă urme profunde.

Atunci când ne gândim la o anumită manifestare de personalitate, ne este util, așadar, să conștientizăm rolul semnificativ al hazardului în configurarea acesteia. Recunoașterea importanței hazardului în planul conturării diferențelor individuale nu doar că le anulează o parte din aura de mister, dar asta poate avea, de asemenea, și consecințe de ordin moral prin demersul de promovare a înțelegerii și compasiunii pentru nenumărații indivizi cu care ne împărțim viața.

SINDROMUL METABOLIC: ADAPTĂRI ALE ENERGIEI CELULARE ÎNTR-O LUME TOXICĂ?

BEATRICE GOLOMB

Profesor de științe medicale, University of California – San Diego

Sindromul metabolic (MetSyn[1]) a fost supranumit epidemia secolului XXI. MetSyn presupune o concreștere de simptome, inclusiv un indice de masă corporală sporit, un indice glicemic ridicat, tensiune mărită, un nivel crescut de trigliceride, circumferința crescută a taliei, și/sau valori scăzute ale colesterolului HDL, așa-numitul colesterol bun. Epidemiile de obezitate și diabet sunt legate de MetSyn și însoțesc creșterea neobișnuită a numărului cazurilor sale.

Perspectiva dominantă este că sindromul metabolic e cauzat de supraabundența caloriilor alimentare (de un exces de „energie") consumate și de lipsa de mișcare aferentă, ceea ce favorizează luarea în greutate, ca un „exces de energie", cu toate celelalte consecințe care decurg de aici. La urma urmelor, avem un acces mai facil la ingerarea de calorii și suntem mai sedentari decât în epocile trecute. Factorii

[1] Prescurtarea de la termenul din engleză *metabolic syndrome* (n. tr.).

favorizanți pentru MetSyn se interconectează pentru a genera, în rândul unei populații tinere altfel sănătoase, rate sporite de mortalitate.

Perspectiva aceasta lasă însă multe întrebări fără răspuns: Ce anume face ca elementele specifice sindromului metabolic să se coreleze? De ce persoanele supraponderale de astăzi sunt mai predispuse la diabet decât altădată? Care sunt elementele caracteristice MetSyn care se manifestă încă din copilărie? De ce MetSyn se manifestă mai ales în rândul populațiilor sărace și din Lumea a Treia?

Explicația vehiculată în mod obișnuit generează și ea paradoxuri. Dacă MetSyn este cauzat de un exces de energie, de ce următorii factori, despre care se presupune că reduc nivelul de energie din organism sau că sporesc solicitările energetice, stimulează de fapt MetSyn – departe de a oferi protecție contra acestui sindrom?

Apneea de somn (este un factor de risc de tip MetSyn mai crescut decât supraponderalitatea; în plus, tratamentul pentru apneea de somn este favorizant pentru fiecare element caracteristic pentru MetSyn).
Regimurile foarte sărace în calorii sau în lipide.
Nemâncatul, săritul peste mese.
Dietele care promovează hipoglicemia (dietele cu un conținut ridicat de carbohidrați/cu un conținut scăzut de grăsimi/cu un conținut scăzut de proteine duc la creșterea nivelului de insulină).
Lipsa de somn (o perioadă mai mare de veghe presupune un consum de energie).
Boala/accidentele/intervențiile chirurgicale (mari consumatoare de energie).
Vremea rece (care necesită sporirea consumului energetic în vederea realizării termogenezei).
Deficitele de nutrienți și antioxidanți (nivelul adecvat al acestora fiind necesar pentru producerea de energie).
Expunerea la stres oxidant (care periclitează funcționarea mitocondriilor, elementele generatoare de energie de la nivelul celulelor).
Patologia mitocondrială.

De ce factorii care protejează contra deficitului de energie (precum cacao antioxidantă și scorțișoara, coenzima Q10 favorabilă funcționării mitocondriale) diminuează factorii ce favorizează MetSyn?

De ce activitatea fizică, despre care se știe că presupune consum de energie, dar care amplifică producerea de energie prin efectele sale antioxidante, biogeneza mitocondrială, circulația sporită a sângelui și funcția cardio-pulmonară (care favorizează asimilarea de oxigen, transferul și transformarea acestuia în energie) diminuează factorii ce favorizează MetSyn?

De ce MetSyn nu mai crește rata de mortalitate (ci dimpotrivă, uneori pare a spori șansele de supraviețuire) atunci când populația supusă analizei este formată din persoane în vârstă sau care suferă de afecțiuni cardiace sau renale severe – toate aceste lucruri fiind factori ce subminează energia celulară?

Să presupunem că explicația valabilă are de-a face cu opusul ipotezei acceptate. Caracteristicile MetSyn pot constitui răspunsul adecvat pentru un nivel energetic *inadecvat*? La urma urmelor, depozitele de grăsimi, glucoza și trigliceridele sunt, fiecare, surse suplimentare de energie (mai ales de oxigen); tensiunea arterială este necesară pentru transportul acestor substanțe către țesuturi, mai ales prin perfuzare. Energia celulară, vitală pentru supraviețuirea celulelor și a organismului, este în permanență necesară; putem trăi doar câteva minute în lipsa oxigenului. Efortul de înțelegere nici nu-i așa de mare: la populațiile în cadrul cărora generațiile anterioare au înregistrat un deficit de energie și care manifestă acum un grad sporit de obezitate/MetSyn și un aport redus de energie în *faza intrauterină* este de așteptat să se anticipeze că la maturitate se va contracta o formă de MetSyn.

Asta explică, dacă perspectiva excesului de energie n-o poate face, de ce MetSyn există, până la urmă: de ce nivelurile crescute ale glicemiei, trigliceridelor, tensiunii arteriale (care transportă oxigen, glucoză, elemente nutritive) și depozitele abdominale de grăsime se corelează, din punct de vedere statistic. Explică și motivul pentru care modificările

nivelului energetic, printre care acizii grași liberi și depozitele (active metabolic) de grăsime ectopică (ficatul gras, pancreasul gras, rinichii grași, chiar și depunerile de grăsimi pe vasele de sânge) se coroborează cu toți acești factori MetSyn; de ce MetSyn are de-a face cu starea de oboseală resimțită și cu creșterea perioadei de somn (prin care se conservă energia). Într-adevăr, consumul sporit de calorii și volumul redus de exerciții fizice – care se constituie într-o explicație obișnuită pentru MetSyn – se manifestă, de asemenea, ca adaptări energetice corelate. Astfel, perspectiva aceasta nu i se opune în mod argumentat celei normative, ci și-o subsumează, într-un anumit sens. Ba mai mult, ea explică, așa cum n-o face teoria surplusului de energie, și situația populațiilor care prezintă factori de risc pentru MetSyn, cum ar fi persoanele în vârstă (funcția mitocondrială cunoaște un regres exponențial odată cu înaintarea în vârstă) și cele afectate de apneea de somn sau de o altă condiție ce subminează recurent producerea de energie. Și explică și de ce, în cadrul studiilor dedicate persoanelor cu o condiție fizică ce afectează nivelul energetic, în mod paradoxal persoanele care prezintă caracteristici de tip MetSyn nu se simt mai rău decât altele, ci dimpotrivă, cu mult mai bine.

Și atunci, de ce se vorbește despre o epidemie de sindrom metabolic? Numeroase modificări negative energetic includ pseudoalimente sărace în substanțe nutritive/slab antioxidante/puternic oxidante (substanțele nutritive sunt necesare pentru mecanismul producerii energiei, iar antioxidanții protejează împotriva stresului oxidativ, a cărui țintă prioritară o constituie mitocondriile, componentele celulare generatoare de energie), regresul meselor regulate și echilibrate și compoziția macronutrienților de tip hipoglicemic (carbohidrații simpli fără grăsimi sau proteine generează creșteri mari ale nivelului de insulină și scăderi ale nivelului glicemic). Un factor esențial îl constituie însă explozia în mediul înconjurător a elementelor de stres oxidativ care perturbă funcționarea mitocondriilor (și structura ADN-ului). Exemple în acest sens sunt:

Metalele, în general, și metalele grele, în special (mercurul din pește, siropul de porumb cu nivel ridicat de fructoză, becurile sparte; arsenicul folosit ca îngrășământ pentru păsări; adjuvanții pe bază de aluminiu din vaccinuri, odată cu proliferarea vaccinării copiilor).
Materialele plastice cu bisfenol A.
Produsele de îngrijire personală (substanțele chimice din loțiuni de protecție solară, creme, vopsele de păr, cosmetice, detergenți, balsam de rufe și înălbitor, balsam de păr).
Produsele de curățenie.
Textile de interior și țesături cu formaldehidă (preșpan, bumbac care nu necesită călcare).
Produse petrochimice și de ardere.
Câmpuri electromagnetice (electronice, telefoane celulare, tablouri electrice).
Materiale ignifuge (pijamale, lenjerii de pat).
Substanțe de curățare chimică.
Odorizante de cameră.
Pesticide, ierbicide (cu potențiale elemente de stres oxidativ, folosindu-se acum rutinier în clădirile de locuit sau de birouri și în spațiile de agrement).
Corturi.
Medicamente eliberate pe bază de prescripție medicală sau la liber, inclusiv antibiotice – care sunt atât cu expunere directă, cât și de tip alimentar.
Săpunuri antimicrobiene cu ingrediente active, în mare parte nefiltrate din apă.
Factori de poluare și contaminare ai aerului și apei.
Ingredientele artificiale din alimente – acizi grași de tip trans, îndulcitori artificiali, coloranți, conservanți.

Ipoteza deficitului de energie (a „înfometării celulare") susține serii întregi de fapte pe care nu le acoperă perspectiva dominantă. Observațiile considerate a avea un caracter paradoxal din perspectivă

standard se potrivesc perfect. Ipoteza aceasta generează predicții verificabile – de exemplu, că mulți factori de stres oxidativ și expunerile perturbatoare ale funcției mitocondriale care încă nu au fost evaluate vor favoriza unul sau mai multe elemente de tip MetSyn. Pentru factorii care se corelează cu sindromul metabolic la ambele extreme, cum ar fi o perioadă de somn prea scurtă sau prea lungă, cei perturbatori de energie se vor dovedi a favoriza MetSyn, iar cei favorizanți din punct de vedere energetic vor funcționa ca o consecință de adaptare corelată.

Această repunere în perspectivă evidențiază o problemă semnificativă. Unii cred că MetSyn este incriminat pentru că vine să contracareze avantajele pe care le-am obținut în privința longevității. Concluzia la care se ajunge ar putea fi una surprinzătoare – și ar trebui să urgenteze revizuirea modului curent de gândire nu doar în privința a ceea ce cauzează sindromul metabolic, cât și a soluțiilor care se impun.

MOARTEA ESTE CA O ACHITARE DE CREDIT

EMANUEL DERMAN

Profesor de etică profesională, Columbia University; fost director general, Goldman Sacks; scriitor, *Models. Behaving. Badly.*

„Somnul este dobânda pe care o plătim pentru capitalul care se acumulează la moarte; și, cu cât rata dobânzii este mai mare și aceasta este achitată mai regulat, cu atât mai mult se amână termenul de achitare." [tr. n.]

Așa scria Arthur Schopenhauer, comparând viața cu finanțele, într-un univers care se străduiește să-și echilibreze registrele contabile. La naștere primești un împrumut – capacitatea de conștientizare și lumina pe care le preluăm venind din vid și care lasă o gaură în spațiu. Gaura aceasta crește odată cu fiecare zi pe care o trăim. Noaptea, când ne cufundăm temporar în întunericul somnului, mai recuperăm ceva din golul de spațiu și împiedicăm extinderea fără limite a acestuia. La momentul final trebuie să achităm creditul principal, să restaurăm vidul și să dăm înapoi fărâma de viață care ne-a fost împrumutată inițial.

Concentrându-se asupra caracterului periodic comun al somnului și asupra achitării dobânzii aferente, Schopenhauer a extins metafora împrumutului până la realitatea existenței ca atare. Viața și conștiința reprezintă principalul, moartea este ca o achitare a împrumutului, iar somnul este *la petite mort*, mica moarte periodică cu rol regenerant.

NUMERE TRANSFINITE ȘI STĂRI MENTALE

DAVID GELERNTER

Informatician, Yale University; cercetător principal, Mirror Worlds Technologies; scriitor, *America-Lite: How Imperial Academia Dismantled Our Culture (and Ushered In the Obamacrats)*

Preferatele mele:

1. Explicația matematicianului german din secolul al XIX-lea Georg Cantor referitoare la motivul pentru care toate numerele transfinite au aceeași mărime – de ce, de pildă, clasa numerelor întregi are aceeași mărime ca și clasa tuturor numerelor întregi pozitive sau a tuturor numerelor întregi pare – și de ce unele infinități sunt mai mari decât altele. (Clasa tuturor numerelor raționale are aceeași mărime precum clasa tuturor numerelor întregi, dar clasa tuturor numerelor reale – zecimale întregi și zecimale periodice – este mai mare.) Clasa tuturor numerelor întregi pozitive are aceeași mărime ca și clasa tuturor numerelor întregi pozitive pare – iar pentru a constata asta nu trebuie decât să le distribuiți în șiruri, unul câte unul. Numărul 1 este pereche cu 2 (primul număr întreg pozitiv par), 2 este pereche cu 4, 3 cu 6, 4 cu 8 și așa mai departe. Ați putea crede că există mai multe

numere întregi pozitive decât cele pare; distribuirea lor în perechi dovedește însă faptul că niciun număr întreg pozitiv nu va rămâne vreodată fără partener. (Și așa se face că toate dansează fericite în perechi și niciunul nu a rămas pe dinafară.) Celelalte argumente sunt asemănătoare prin simplitatea lor uimitoare, dar mult mai ușor de pus într-o demonstrație la tablă decât de explicat în cuvinte.

2. La fel de agreabilă: Dovada filozofului John Searle că niciun computer digital nu cunoaște stări mentale (o stare mentală ar fi, de pildă, starea voastră de spirit atunci când eu spun: „Imaginați-vă un trandafir roșu" și voi chiar asta faceți) – că mintea omenească nu poate fi configurată pe computer. Un computer nu poate performa decât operațiuni logice și aritmetice. Pe acestea oricine le poate face; oamenii pot executa orice operațiune pe care o poate face și un computer. Ne putem imagina pe noi înșine, de asemenea, executând o multitudine de instrucțiuni banale. Atunci n-ar fi rău să ne întrebăm: „Îmi pot imagina o minte nouă care să se formeze plecând de la faptul că execut nenumărate operațiuni banale?" Nu. Sau să ne imaginăm că sortăm un pachet de cărți – sortarea constituie unul dintre lucrurile pe care le face un computer. Acum să ne imaginăm că sortăm un pachet de cărți din ce în ce mai mare. Am putea oare să constatăm, la un moment dat, cum apare conștiința, asta după ce am sortat un număr suficient de mare de cărți de joc? Nici vorbă.

Iar primul răspuns inevitabil la prima obiecție inevitabilă ar suna cam așa: neuronii execută însă doar operațiuni de transmitere a unor semnale simple – vă puteți imagina că *asta* ar putea da naștere conștiinței? Întrebarea este irelevantă. Faptul că mintea e compusă din multitudinea neuronilor nu are nicio legătură cu întrebarea dacă o mulțime de multe alte lucruri pot duce la apariția minții. Nu-mi pot imagina că sunt un neuron, dar mă pot imagina executând operațiuni specifice computerului. Doar că-n felul acesta nu ia naștere mintea, indiferent câte asemenea operațiuni aș putea executa.

LEGILE INVERSATE ALE PUTERII

RUDY RUCKER

Matematician, informatician; deschizător de drumuri în domeniul cyberpunk; romancier; scriitor, *Surfing the Gnarl*

Mă nedumerește faptul constatat empiric că majoritatea aspectelor lumii și societății noastre se distribuie potrivit așa-numitelor legi inversate ale puterii. Altfel spus, multe curbe de distribuție iau forma unei curbe care coboară dintr-un punct central pentru a descrie o linie lungă ce îmbrățișează asimptomatic axa orizontală.

Legile inversate ale puterii sunt elegant de simple și profund misterioase, dar mai degrabă incitante decât frumoase. Legile inversate ale puterii se organizează și se întreține prin ele însele. Din motive care nu sunt pe deplin înțelese, acestea apar spontan într-o mare varietate de operațiuni paralele, atât de tip social, cât și natural.

Unul dintre cei dintâi specialiști în științe sociale care să observe o lege inversată a puterii a fost psihologul George Kingsley Zipf, care a formulat o observație cunoscută acum sub denumirea de Legea Zipf. Aceasta se referă la faptul statistic potrivit căruia, în majoritatea documentelor, frecvența cu care este folosit un anumit termen e aproximativ proporțională cu reciproca rangului de popularitate la nivel social. Astfel, al doilea cel mai popular termen este folosit doar

pe jumătate la fel de mult precum cel mai popular termen, al zecelea cel mai popular cuvânt este utilizat a zecea parte pe cât este cel mai popular cuvânt, și tot așa.

În societate, tipuri asemănătoare de legi inversate ale puterii guvernează recompensele sociale. Exprimându-mă în calitate de scriitor, am observat, de pildă, că al o sutălea cel mai popular scriitor vinde cu o sutime mai puține cărți decât scriitorul de pe primul loc pe scara popularității. Dacă acesta din urmă vinde un milion de exemplare, cineva ca mine ar putea vinde în jur de zece mii de exemplare.

Scribii nemulțumiți fantazează adesea cu privire la o piață utopică în care distribuția manifestată în mod natural a legilor inversate ale puterii ar fi înlocuită în forță de către o distribuție lineară – altfel spus, de către un grafic de vânzare care să se manifeste ca o linie ușor înclinată în loc să ia forma prezentei curbe descendente, care pornește dintr-un punct nerușinat de înalt pentru a coborî numai ca să-și irosească potențialul de-a lungul axei orizontale.

Nu există însă nicio metodă evidentă prin care curba de vânzări a scriitorilor să se modifice. Și cu siguranță că nu se poate trage nădejdea că un grup de autoritate ar putea impune cu forța o distribuție diferită. La urma urmelor, oamenii au propriile criterii de selecție în ceea ce privește lecturile personale. Societatea este ca o mașină de calcul paralelă, iar unele dintre aspectele ei caracteristice ne scapă de sub control.

Aspectele legilor inversate ale puterii privind distribuția veniturilor sunt deosebit de incomode. Astfel, a doua cea mai bogată persoană dintr-o societate deține jumătate din averea celei mai bogate persoane, în timp ce a zecea cea mai bogată persoană deține o zecime din averea celei dintâi și – undeva pe la periferie – a mia persoană de pe această scară deține doar o miime din cât are persoana aflată în vârful scării sociale.

Exprimând fenomenul în termeni ceva mai tranșanți, dacă directorul general al unei companii ar putea câștiga o sută de milioane de dolari pe an, un programator din cadrul aceleiași companii ar putea câștiga doar o sută de mii de dolari pe an, iar un simplu angajat într-una din

fabricile de asamblare din străinătate ar putea câștiga doar zece mii de dolari pe an – adică o miime din veniturile executivului general.

Distribuția legilor puterii se regăsește și în încasările realizate la premiera filmelor, în numărul de accesări ale paginilor de internet și în rata de audiență a emisiunilor TV. Există însă vreun motiv pentru care cei din vârf se descurcă atât de bine, iar cei de jos par atât de nedrept sacrificați? Răspunsul rapid ar fi că nu, nu există niciun asemenea motiv. Nu există nicio conspirație universală de măsluire a recompenselor. Așa incomodă cum pare la prima vedere, distribuția conform legilor inversate ale puterii reprezintă o lege naturală fundamentală în ceea ce privește mecanismul de funcționare al diferitelor sisteme. Acest tip de distribuție are un caracter universal valabil.

Legile inversate ale puterii nu se limitează însă doar la societate – acestea domină și analizele de tip statistic privind lumea naturală în ansamblu. Cel de-al zecelea cel mai mic lac probabil că reprezintă o zecime din suprafața celui mai mare lac, cel de-al o sutălea cel mai mare copac dintr-o pădure constituie o sutime din cel mai mare copac din pădurea cu pricina, a mia cea mai mare piatră de pe o plajă reprezintă doar o miime din volumul celei mai mari pietre de acolo.

Fie că ne plac sau nu, legile inversate ale puterii sunt la fel de inevitabile precum dezastrele, entropia sau legea gravitației. Acestea fiind spuse, putem încerca să le temperăm oarecum în contextul social care ne este caracteristic, pentru că ar fi de-a dreptul disperant să spunem că nu deținem absolut niciun fel de control asupra diferențelor dintre bogați și săraci.

Structurile de bază ale curbelor specifice legilor inversate ale puterii nu vor dispărea însă niciodată. Ne putem răți la o lege inversată a puterii, dacă vrem – sau o putem accepta ca atare, sperând, poate, să mai îmblânzim ceva din duritatea legii în ideea unei curbe nu atât de abrupt descendente.

CUM DE LEOPARDUL ARE PETE

SAMUEL ARBESMAN

Specialist în matematică aplicată; cercetător superior, Ewing Marion Kauffman Foundation

Într-una din mult prețuitele sale povestiri didactice, Rudyard Kipling a explicat cum de leopardul are pete. Dacă am încerca să tragem o concluzie logică plecând de la relatarea cu pricina, ne-ar trebui povestiri individualizate pentru specificul fiecărui animal: de ce leopardul are pete, de ce vacile sunt bălțate, de ce panterele sunt așa de negre. Și ar trebui să venim cu și mai multe povești pentru complexitatea extraordinară a atâtor specii, de la moluște la peștii tropicali.

Dar dincolo de toate aceste specii diferite ce își caută explicații distincte și separate, există o singură explicație fundamentală care ne arată cum putem cuprinde toate aceste caracteristici atât de diferite într-o singură teorie integratoare.

Începând cu anul 1952, când Alan Turing publică un articol intitulat *The Chemical Basis of Morphogenesis* („Baza chimică a morfogenezei"), oamenii de știință au fost de acord că un singur set de formule matematice poate guverna multitudinea de combinații de forme și culori la animale. Acest model este cunoscut ca modelul de reacție-difuziune și funcționează într-o manieră cât se poate de simplă: imaginați-vă că

dispuneți de nenumărate substanțe chimice, care se distribuie cu viteze inegale pe o anumită suprafață și care se pot amesteca. Dacă în majoritatea cazurilor difuziunea creează doar o structură uniformă a unei anumite substanțe chimice – gândiți-vă cum se împrăștie frișca în cafea pentru a se dizolva și a se transforma într-un lichid de un maro mai deschis –, atunci când mai multe substanțe chimice se împrăștie și se amestecă, asta poate genera o structură nouă neuniformă. Deși acest fapt este oarecum contraintuitiv, nu doar că se manifestă, dar poate fi și stimulat apelând la un set unic și elementar de ecuații – ceea ce poate explica varietatea incredibilă de forme și culori din lumea animală.

Biologii cu formație matematică au prins a cerceta proprietățile ecuațiilor de reacție-difuziune odată cu publicarea articolului scris de Turing. Au descoperit că variațiile de la nivelul parametrilor luați în calcul pot da naștere specificității incredibile pe care o constatăm în lumea animală. Câțiva matematicieni au analizat modurile în care mărimea și forma suprafeței pot genera specificitățile animaliere observate; atunci când se modifică parametrul pentru mărime, putem trece cu ușurință de la specificul girafei la cel întâlnit doar la văcuțele Holstein.

Acest model elegant poate chiar genera o serie de predicții simple. De exemplu, dacă un animal cu pete poate avea coada în dungi (și adesea chiar așa și este) potrivit modelului cercetat, un animal dungat nu va avea niciodată o coadă cu pete. Și vedem că lucrurile chiar așa stau! Ecuațiile de acest fel pot genera nesfârșitele variațiuni din natură, dar evidențiază și limitele inerente din biologie. Didacticismul narațiunii lui Kipling poate fi dat fără frică la schimb cu eleganța și generalitatea ecuațiilor de reacție-difuziune.

ALGORITMUL UNIVERSAL DE LUARE A DECIZIILOR

STANISLAS DEHAENE

Neurolog, College de France; scriitor, *Reading in the Brain: The New Science of How We Read*

Scopul ultim al științei, după cum afirma odată fizicianul francez Jean Baptiste Perrin, ar trebui să fie acela „de a substitui complexității vizibile o simplitate invizibilă". Psihologia poate, oare, atinge acest obiectiv ambițios: descoperirea unor legi elegante dincolo de variabilitatea aparentă a gândirii umane? Mulți oameni de știință se raportează încă la psihologie ca la o știință „moale", ale cărei metode și al cărei obiect de studiu sunt prea stufoase, prea complexe și prea saturate de diferitele paliere de complexitate culturală pentru a ajunge vreodată la generalizările matematice atât de elegante. Cu toate acestea, psihologii cognitiviști știu că această prejudecată este complet neîntemeiată. Comportamentul uman se supune celor mai riguroase legi de o frumusețe, chiar necesitate, matematică surprinzătoare. Mă voi referi doar la una dintre ele: legea matematică prin care ajungem să luăm decizii.

Toate deciziile pe care le luăm mental par să se circumscrie unei reguli simple în care se întrețes câteva dintre cele mai elegante idei matematice din secolele trecute: mișcarea browniană, legea Bayes și mașina Turing.

Să pornim de la cea mai simplă dintre toate deciziile pe care le luăm: cum hotărâm că 4 este mai mic decât 5? Analiza psihologică dezvăluie existența multor surprize dincolo de această faptă banală. În primul rând, reacția noastră este lentă: ne trebuie aproape o jumătate de secundă să ajungem la o decizie din momentul în care cifra 4 apare pe ecran până în momentul în care răspundem apăsând un buton. În al doilea rând, timpul nostru de reacție este foarte variabil de la o încercare la alta, situându-se într-un interval cuprins între 300 și 800 de milisecunde, deși reacționăm la exact același simbol numeric, „4". În al treilea rând, comitem greșeli, deși pare ridicol; chiar și atunci când comparăm 4 cu 5 ne trezim luând uneori decizia greșită. În al patrulea rând, reacția noastră variază în funcție de semnificația obiectelor: suntem mult mai rapizi în răspuns și facem mai puține greșeli atunci când cele două numere sunt la distanță unul față de celălalt (cum ar fi 1 și 5) decât atunci când sunt apropiate (cum este cazul aici menționat al lui 4 și 5).

Toate ideile expuse mai sus, și multe altele, pot fi explicate cu ajutorul unei singure legi: creierul nostru ia decizii asimilând datele statistice existente și ajungând la un prag decizional atunci când volumul total de informații atinge un nivel de prag.

Dați-mi voie să dezvolt această afirmație. Problema cu care se confruntă creierul atunci când trebuie să ia o decizie constă în a discerne semnalul de zgomot. Inputul pentru oricare dintre deciziile noastre este întotdeauna zgomotos: fotonii ne lovesc retina la intervale aleatorii de timp, neuronii transmit informațiile cu o credibilitate doar parțială, iar descărcările neuronale spontane (vârfurile) sunt transmise în creier, sporind fundalul de zgomot pentru luarea oricărei decizii. Chiar și când inputul este o cifră, înregistrările neuronale ne arată că acea cantitate este codată de către o populație zgomotoasă de neuroni care se activează la intervale semi-aleatorii, unii dintre ei semnalând ceva de genul „cred că este 4", alții, cum că „este aproape de 5", sau „este aproape de 3" și așa mai departe. Deoarece sistemul cerebral de luare a deciziilor percepe doar niște descărcări de impulsuri nervoase neetichetate, nu simboluri pe deplin marcate,

faptul de a despărți grâul de neghină se transformă într-o adevărată provocare pentru el.

Cum se poate lua o decizie demnă de încredere în prezența zgomotului? Găsirea unei soluții matematice de rezolvare a acestei probleme a fost abordată pentru prima dată de Alan Turing, când a spart codul Enigma de la Bletchley Park. Turing a descoperit o mică eroare în codarea Enigma, ceea ce însemna că unele dintre mesajele transmise de nemți conțineau puține informații, din păcate prea puține pentru ca el să poată fi sigur de sistemul de codare de la bază. Și-a dat seama că legea Bayes poate fi folosită pentru a combina toate elementele independente. Dincolo de matematică, legea Bayes oferă o modalitate simplă de însumare a tuturor indiciilor succesive, asta pe lângă celelalte cunoștințe precedente de care am putea dispune pentru a ajunge la o statistică combinatorie ce ne spune care este suma elementelor de care dispunem.

În cazul unor semnale zgomotoase, suma aceasta cunoaște fluctuații ascendente sau descendente, dat fiind că unele mesaje recepționate ne susțin concluzia, în timp ce altele nu fac altceva decât să sporească zgomotul de fundal. Rezultatul este ceea ce matematicienii numesc un șir randomizat – un marș fluctuant al numerelor ca funcție temporală. În cazul nostru, însă, numerele prezintă o garanție: oferă posibilitatea ca una dintre ipoteze să fie adevărată (de pildă, probabilitatea ca semnalul numeric să fie mai mic de 5). În felul acesta, singurul lucru rațional pe care-l putem face este să ne comportăm asemenea unui statistician și să așteptăm până când datele statistice acumulate ating o valoare probabilistică de prag. Dacă o stabilim la p=0,999, asta înseamnă că avem o șansă dintr- o mie să ne înșelăm.

Țineți cont de faptul că putem fixa acest prag la orice valoare arbitrară. În orice caz, cu cât mai sus îl stabilim, cu atât mai mult va trebui să așteptăm până ajungem să luăm o decizie. Există o relație de schimb de tipul viteză/acuratețe: putem aștepta mai mult ca să putem lua o decizie foarte exactă, dar mai lentă, sau ne putem hazarda la un răspuns mai rapid, însă cu riscul de a comite mai multe greșeli. Orice variantă am alege, întotdeauna vom face și greșeli.

Este inutil să precizez că algoritmul decizional prezentat de mine – care nu face altceva decât să descrie orice ar face oricare dintre ființele raționale în confruntarea cu zgomotul – este considerat acum un mecanism general de luare a deciziilor. Acesta explică timpii de reacție, variabilitatea lor și forma completă a distribuției acestora. Explică și de ce suntem pasibili de erori, felul în care acestea au de-a face cu timpii de reacție și modul în care rezolvăm dilema viteză/acuratețe. Li se aplică tuturor deciziilor pe care le luăm, de la opțiunile de tip senzorial (Am văzut sau nu ceva mișcându-se?) până la cele de limbaj (Am auzit „câine" sau „pâine"?), până la dileme de rang superior (Trebuie să rezolv mai întâi problema asta sau pe cealaltă?). Și în cazurile mai complexe, cum ar fi efectuarea unor calcule sau executarea mai multor sarcini, modelul descris ne caracterizează comportamentul ca o secvență de pași de tip acumulare-și-prag, care se dovedește a fi o descriere excelentă a calculelor noastre de serie, solicitante de tip Turing.

Mai mult, această descriere de tip behaviorist a procesului de luare a deciziilor determină, în prezent, progrese semnificative în domeniul neurologiei. În creierul maimuțelor pot fi monitorizați acei neuroni al căror nivel de activare semnalează o acumulare de semnale senzoriale relevante. Distincția teoretică dintre acumularea de date și nivelul de prag contribuie la delimitarea unor subsisteme specializate la nivelul creierului care sunt semnificative din punctul de vedere teoretic al luării deciziilor.

Așa cum se întâmplă în cazul oricărei legi științifice elegante, există multe alte complexități care așteaptă încă să fie descoperite. Probabil că nu există un singur nivel de acumulare a datelor, ci mai multe, un creier adună informații la fiecare dintre nivelurile sale succesive de procesare a datelor. Într-adevăr, creierul omenesc corespunde tot mai mult imaginii unei superbe mașinării de tipul legii Bayes, care este capabilă de inferențe paralele și de microdecizii la fiecare nivel. Mulți dintre noi cred că sentimentele de încredere, stabilitate și chiar capacitatea de conștientizare pot fi urmarea luării unor „decizii" cerebrale de nivel superior și că vor cădea pradă, în cele din urmă, aceluiași model

matematic. Capacitatea de estimare este, de asemenea, un ingredient esențial, unul peste care am trecut ușor, deși acesta joacă un rol demonstrabil crucial în cântărirea deciziilor pe care le luăm. Nu în ultimul rând, sistemul este viciat de operații apriorice, de prejudecăți, de presiunea timpului și de alte evaluări de top care-l îndepărtează de optimizarea matematică strictă.

În orice caz, ca o primă aproximare, această lege se impune drept una dintre cele mai elegante și mai productive descoperiri ale psihologiei din secolul XX. Oamenii acționează asemenea unor statisticieni eficienți, iar deciziile pe care le luăm corespund unei acumulări de informații disponibile până la un nivel de prag.

ZICEREA LORDULUI ACTON

MIHALY CSIKSZENTMIHALYI

Profesor universitar de psihologie și management, Claremont Graduate University; codirector fondator al CGU's Quality of Life Research Center; scriitor: *Flux. Psihologia fericirii*[1]

Sper să nu fiu expulzat din domeniul științelor sociale dacă mărturisesc că nu mă pot gândi la o explicație din domeniul nostru care să fie și frumoasă, și elegantă. Poate profundă... Cred că suntem încă prea tineri ca să ne bucurăm de asemenea explicații. Dar există o afirmație elegantă și profundă (care, păcatele mele, nu constituie chiar o „explicație") ce se apropie de întrunirea criteriului întrebării de tip *Edge* și pe care o consider și foarte utilă, și minunat de simplă.

Mă refer la bine-cunoscutele rânduri pe care Lordul Acton le-a consemnat într-o scrisoare din Napole în 1887 pe ideea că „puterea tinde să corupă, iar puterea absolută corupe în mod absolut". Există cel puțin un filozof care a formulat o afirmație pe care se poate construi o întreagă știință a ființei umane.

Consider că afirmația aceasta ne oferă baza pentru explicarea modului în care un pictor ratat precum Adolf Hitler și un seminarist ratat

[1] Publicată în limba română la Editura Humanitas, București, 2008, pentru prima ediție.

precum Iosif Stalin au putut sfârși prin a avea pe mâinile lor sângele a milioane de oameni sau a modului în care împărații chinezi, papii catolici și aristocrația franceză nu au putut rezista tentațiilor puterii. Atunci când o religie sau o ideologie devine dominantă, lipsa pârghiilor de control va avea ca rezultat acumularea de privilegii, ceea ce generează degradare și corupție.

Ar fi frumos ca revelația lui Acton să fie dezvoltată într-un demers explicativ complet înainte ca hegemoniile epocii noastre, bazate pe încrederea oarbă în știință și pe divinizarea Mâinii Invizibile, să le urmeze formelor mai vechi ale puterii pe drumul spre coșul gunoi al istoriei.

ADEVĂR, FICȚIUNE ȘI UNIVERSUL NOSTRU PROBABILISTIC

VICTORIA STODDEN

Expert în drept comercial; asistent universitar la Catedra de statistică, Columbia University

Cum despărțim apele între adevăr și ficțiune? Ne trezim adesea luați prin surprindere de coincidențe aparent neobișnuite. Imaginați-vă că-n ziarul de dimineață dați peste descrierea unui pește, pentru ca la prânz să aveți pește la masă, iar conversația să se învârtă în jurul cuiva care, prins între doi avocați, e ca peștele între două mâțe. În aceeași după-amiază, un coleg de muncă vă arată mai multe imagini cu pești, iar seara cineva aduce în discuție chestiunea monștrilor marini. În dimineața următoare, o colegă de birou vă povestește visul ei cu pești. Toate acestea ar putea începe să vi se pară ciudate, dar se pare că nu e ceva ce ar trebui totuși să ne ia prin surprindere, iar motivația are o istorie îndelungată, care dă naștere revelației deloc intuitive că înțelegerea noastră cu privire la natură stă sub semnul ectopiei, dată fiind distribuția probabilistică.

Hazardul ca ignoranță

Tolstoi era sceptic cu privire la capacitatea noastră de a înțelege hazardul. El dădea exemplul unei turme de oi, dintre care una a fost aleasă

ca să fie sacrificată. Această oaie a primit mai multă mâncare separat de ce au primit celelalte oi, iar Tolstoi își imagina că turma de oi, fără să aibă idee ce va urma, găsea extraordinară situația oii care se îngrășa întruna – ceva ce el consideră că oile trebuie să fi atribuit hazardului, dată fiind perspectiva lor limitată. Soluția propusă de Tolstoi era ca turma să înceteze să mai creadă că lucrurile se întâmplă doar pentru „realizarea scopurilor stricte ale lor ca oi" și să-și dea seama că există și scopuri ascunse care explică perfect totul, astfel încât să nu fie nevoie să se apeleze la conceptul de hazard.

Hazardul ca o forță nevăzută

Optzeci și trei de ani mai târziu, Carl Jung a elaborat o idee asemănătoare în eseul său bine-cunoscut „Sincronicitatea, un principiu acauzal de relaționare". Acesta a postulat existența unei forțe invizibile care este responsabilă pentru producerea unor evenimente aparent asemănătoare, dar între care nu există, în fapt, nicio relație cauzală propriu-zisă. Povestirea inițială a celor șase evenimente gravitând în jurul peștilor îi aparține lui Jung, fiind preluată din cartea sa. El consideră această înlănțuire de evenimente ca fiind neobișnuită – prea neobișnuită ca să poată fi pusă pe seama hazardului. Consideră că este vorba, de fapt, despre cu totul altceva și desemnează acest aspect prin principiul acauzal de relaționare.

Persi Diaconis, profesor cu distincția Mary V. Sunseri de statistică și matematică la Stanford, ale cărui cursuri le-am urmat eu însămi, se raportează critic la exemplul lui Jung: să presupunem că avem de-a face cu ideea de pește o dată pe zi, în medie, potrivit cu ceea ce statisticienii numesc un proces Poisson (o altă referință la pește, așadar![1]). Procesul Poisson reprezintă un model matematic standard de calcul – dezintegrarea radioactivă, de exemplu, pare să corespundă unui proces Poisson. Modelul respectiv presupune o rată oarecum fixă de apariție, în medie, a observațiilor, ele fiind, altfel, aleatorii. Acestea fiind spuse, ne putem

[1] Din fr. *poisson* (n. tr.).

raporta la un proces Poisson pentru exemplul lui Jung privind rata medie pe termen scurt de apariție a unei observații într-un interval de douăzeci și patru de ore și putem calcula probabilitatea de a constata manifestarea a șase sau mai multe observații despre pești într-o fereastră de timp de douăzeci și patru de ore. Gândind lucrurile din această perspectivă, Jung nu trebuie să fi fost prea surprins.

Revoluția statistică: intervenția hazardului în modelele generării de date

La numai două decenii, aproximativ, după narațiunea cu oi a lui Tolstoi, matematicianul englez Karl Pearson a declanșat o adevărată revoluție statistică la nivelul gândirii științifice printr-o nouă idee referitoare la modul cum apar observațiile – este vorba despre aceeași idee invocată de Diaconis în calculul său probabilistic. Pearson a sugerat că natura furnizează date printr-o distribuție necunoscută, dar cu o difuziune randomizată. Descoperirea lui a fost că acest concept este diferit de cel al estimării erorilor, care vine cu erori suplimentare atunci când se trece la consemnarea exactă a observațiilor.

Înainte de Pearson, știința a avut de-a face cu lucruri care erau „reale", cum ar fi legile care descriu mișcarea planetelor sau fluxul sangvin la cai (asta ca să recurgem la exemple din cartea lui David Salsburg *The Lady Testing Tea*). În acest fel, Pearson a făcut posibilă o concepție probabilistică despre lume. Planetele nu urmează cu o precizie exactă niște legi, chiar și luând în calcul erorile de estimare. Cursul exact al fluxului sangvin a fost diferit de la un cal la altul, dar sistemul sangvin cabalin nu a avut un caracter pur aleatoriu. Din estimarea ratelor de distribuție mai degrabă decât a fenomenelor ca atare, putem deduce o imagine mai precisă a lumii.

Hazardul prezentat prin intermediul distribuțiilor probabilistice

Faptul că estimările însele prezentau o distribuție probabilistică a constituit o trecere pregnantă de la entropia autolimitantă la erorile de

estimare. Demersul de conceptualizare al lui Pearson își dovedește utilitatea prin aceea că ne permite să estimăm dacă ceea ce vedem este sau nu posibil, date fiind ipotezele de distribuție. Acest raționament reprezintă acum instrumentul nostru esențial, care ne ajută să ne dăm seama dacă ceea ce considerăm a fi o explicație are șanse de a-și dovedi autenticitatea.

Putem, de pildă, cuantifica eficiența probabilă a unui medicament sau putem efectua procesul detectării particulelor în fizica energiilor înalte. Distribuția diferenței medii de reacție dintre tratamentul cu medicamente și grupurile de control are valoarea zero? Dacă așa stau lucrurile, ne putem manifesta scepticismul în ceea ce privește eficiența tratamentului. Semnalele înregistrate sunt atât de îndepărtate de distribuția particulelor cunoscute, că trebuie să-i aparțină altei serii de distribuție, ceea ce nu sugerează cumva existența unei noi particule? Detectarea bosonului Higgs necesită o asemenea înțelegere probabilistică a datelor, încât semnalele Higgs se diferențiază de toate celelalte evenimente. În toate aceste cazuri, cheia constă în faptul că vrem să cunoaștem caracteristicile distribuției fundamentale ce a determinat manifestarea fenomenului care ne interesează.

Faptul că Pearson a înglobat direct ectopia în distribuția probabilităților ne permite să ne gândim critic la posibilitățile existente și să ne dozăm încrederea în explicațiile particulare. Suntem capabili de o evaluare mai adecvată atunci când ceea ce vedem capătă sau nu o semnificație aparte, permițându-ne să ne atingem mai eficient „scopurile noastre omenești".

ELEGANT = COMPLEX

GEORGE CHURCH

Profesor de genetică, Harvard Medical School; coordonatorul Proiectului Genomului Uman

Mulți ar susține contrariul, eleganță = simplitate. Aceștia manifestă invidie față de fizica lineară, plană și pentru delicios descrisele cuvinte din patru litere, precum *F=ma*. Da, doar că știința modernă a progresat, îmbrățișând complexitatea. Occam folosește acum un brici fractal digitizat cu accesibilitate online. Chiar și în matematică, dezbărată de realitățile stranii ale gazelor nonideale, turbulenței și vacilor nonsferice, enunțurile simple despre numerele întregi precum formula lui Fermat $a^n + b^n = c^n$ și hărțile controversate cu patru culori au nevoie de mulți ani și multe pagini pentru a fi demonstrate.

Întrebarea nu este „Care ți-e explicația elegantă preferată?", ci „Care ar trebui să fie explicația ta elegantă preferată?". Suntem capabili să ne schimbăm nu doar felul de a gândi, ci întreaga configurație a naturii umane. Revenim asupra ideii pe măsura punerii sale în practică – percepându-ne în mod repetat pe noi înșine ca pe o forță a naturii tot mai capabilă de supraviețuire. Și dacă așa stau lucrurile, care va fi culmea admirației noastre? Potențialul nostru evolutiv le-a fost de mare folos înaintașilor, dar i-ar putea ucide pe cei care vor veni după noi. Pus în

fața opțiunilor alimentare moderne, metabolismul nostru fragil a favorizat o adevărată epidemie de diabet. Dragostea noastră pentru „algoritmii nesățioși" a dus la epuizarea resurselor planetei. Trecerea noastră prea facilă de la rațiune la credințele oarbe sau la luarea unor decizii dictate de spaimă poate fi manipulată politic pentru a susține consumul neîntemeiat. (Gândiți-vă la Insula Paștelui, cu 163 de kilometri pătrați de pustiire, prin raportare la Insula Pământului, de 510 milioane kilometri pătrați.) „Oamenii" pot manifesta uneori tendința înnăscută de corectare a erorilor pentru o mulțime de prejudecăți cognitive curente, precum și capacitatea intuitivă de înțelegere și motivație pentru a se face față unei multitudini de ciudățenii, de probleme supradimensionate, de evenimente extrem de rare, de probleme ale economiei globale etc. Monoculturile agricole și culturale sunt falite din punct de vedere evolutiv. Evoluția s-a concentrat, doar pentru o scurtă perioadă de timp, asupra chestiunii supraviețuirii într-o lume sterilă a legilor dure ale fizicii, dar încă de la început a avut în atenție aspectul existenței care se concurează pe sine. Explicațiile elegante sunt acelea care reușesc să facă predicții cât mai avansate și mai viabile. Explicațiile pe care ni le dăm ne vor ajuta să ne ferim de asteroizi, de uriașele explozii solare și chiar de o confruntare directă cu galaxia Andromeda. Mai presus de orice însă, vom experimenta diversitatea pentru a face față propriei complexități în plină expansiune.

ÎNTREBĂRILE LUI TINBERGEN

IRENE PEPPERBERG

Cercetător colaborator & lector universitar, Harvard University; conferențiar universitar asociat la Catedra de psihologie, Brandeis University; scriitor, *Alex & Me*

De ce anume noi – și toate celelalte ființe – ne comportăm în felul în care o facem? Nu există cu adevărat niciun răspuns potrivit la întrebarea asta. Tocmai din acest motiv m-am oprit asupra întrebărilor formulate de etologul și ornitologul Nikolaas Tinbergen, asta deoarece uneori nu există o singură explicație profundă, elegantă și frumoasă. Aflându-se mai degrabă în postura unui profesor de pescuit decât în aceea a unui pescar, Tinbergen nici măcar nu a încercat să vină cu o explicație de ansamblu, ci ne-a oferit, în schimb, un eșafodaj cu ajutorul căruia să ne construim propriile răspunsuri față de fiecare tipar individual de comportament pe care-l remarcăm – un eșafodaj la care se poate recurge nu doar pentru paradigmele etologice care l-au făcut pe el renumit, ci și pentru toate formele de comportament din orice domeniu am aborda. Iată, succint, care sunt întrebările lui Tinbergen:

> Ce anume este un mecanism? Cum pare acesta să funcționeze?
> Ce este ontogeneza? Cum am văzut că s-a dezvoltat de-a lungul timpului?

Care este funcția acesteia? Care sunt toate motivațiile posibile care o susțin?
Care este originea ontogenezei? Care anume sunt modalitățile multiple prin care ar fi putut să apară?

Dacă încercăm să răspundem la fiecare dintre aceste întrebări, suntem obligați să ne gândim, cel puțin, la interacțiunea dintre gene și mediul înconjurător, la procesele de la bază (neuroanatomie, neurofiziologie, hormoni și așa mai departe), la factorii declanșatori și la sincronicitate, la avantajele și dezavantajele existente și la echilibrul care se stabilește între ele, dar și la modul în care toate aceste elemente s-au modificat în decursul timpului.

Mai mult, spre deosebire de majoritatea explicațiilor „preferate", întrebările lui Tinbergen rezistă probei timpului. Răspunsurile elaborate pe marginea întrebărilor sale reflectă adesea viziunea curentă din cadrul unei anumite comunități științifice, dar acele răspunsuri se transformă în funcție de informațiile suplimentare disponibile în timp. Întrebările sale ne provoacă să ne reconsiderăm prezumțiile fundamentale de fiecare dată când ne parvine un nou calup de informații, oricare ar fi domeniul nostru de activitate. Fascinația pe care o manifestă față de răspunsurile simple și elegante mă surprinde precum parcursul lui Douglas Adams (*Hitchhiker's Guide to the Galaxy*): putem descoperi sensul lui „42", dar, dacă nu știm cum să formulăm întrebările corespunzătoare, răspunsul nu se dovedește a avea întotdeauna sens.

MAȘINA UNIVERSALĂ TURING

GLORIA ORIGGI

Filozof, Centre National de la Reserche Scientifique, Paris; editor, *Text-e: Text in the Age of the Internet*

„Există mai multe lucruri în cer și pe pământ, Horatio, decât s-a visat vreodată în filozofia ta", îi spune Hamlet prietenului său Horatio. O manieră elegantă de a ne referi la toate chestiunile insolvabile, intratabile care ne bântuie existența. Una dintre cele mai minunate demonstrații din toate timpurile se sfârșește cu aceeași concluzie nefericită: unele probleme de matematică rămân, pur și simplu, de nerezolvat.

În 1936, matematicianul britanic Alan Turing a conceput cel mai simplu și mai elegant computer imaginat vreodată, un dispozitiv (așa cum l-a descris el însuși ulterior într-un eseu din 1948, intitulat „Mașinăria inteligentă") cu o capacitate infinită de memorie obținută în forma unei benzi infinite, delimitate în pătrate, pe fiecare dintre acestea putându-se imprima un anumit simbol. În orice moment există un singur simbol în mașinărie; acesta se numește simbolul scanat. Mașinăria poate modifica simbolul scanat, iar comportamentul acesteia este parțial determinat de simbolul respectiv, dar celelalte simboluri de pe bandă nu influențează comportamentul mașinăriei. În orice caz, banda se poate deplasa înainte și înapoi în interiorul mașinăriei, aceasta fiind una dintre operațiunile elementare pe care mașinăria le poate efectua.

O mașină abstractă, concepută de mintea unui geniu, pentru a soluționa o problemă altminteri insolvabilă: problema luării deciziilor. Altfel spus, pentru fiecare formulă logică din cadrul unei teorii există posibilitatea de a decide, prin parcurgerea unui număr finit de pași, dacă formula este validă în cadrul respectivei teorii? Ei bine, Turing ne arată că așa ceva nu este posibil. Problema luării deciziilor, sau *Entscheidungsproblem*, le era bine-cunoscută matematicienilor: figura în poziția a zecea pe o listă de probleme insolvabile pe care David Hilbert i-a prezentat-o în 1900 comunității matematicienilor, stabilind agenda de cercetare matematică pentru cea mai mare parte a secolului XX. Întrebarea ca atare este dacă există un proces *mecanic* realizabil prin parcurgerea unui număr finit de pași, prin care să se poată decide dacă o formulă este validă sau nu sau dacă o funcție este calculabilă sau nu. Turing a pornit de la a se întreba „Ce înseamnă un proces *mecanic*?", iar răspunsul pe care și l-a dat este cel potrivit căruia un proces mecanic e acel proces care poate fi executat de către o mașină. Destul de evident, nu-i așa?

A conceput apoi o mașină pentru fiecare dintre formulele posibile într-o logică de prim-plan și pentru fiecare funcție recurentă posibilă a numerelor naturale – dată fiind echivalența logică stabilită de Gödel, în teoria sa a incompletitudinii, între setul formulelor logice de prim-plan și setul numerelor naturale. Și, într-adevăr, folosind definiția simplă a lui Turing, putem elabora un șir de 0 și 1 pentru fiecare bandă pentru a descrie o funcție, apoi îi putem transmite mașinii o listă de instrucții simple (ia-o la dreapta, ia-o la stânga, stop), astfel încât să elaboreze demonstrația corespunzătoare acelei funcții, după care să se oprească.

Aceasta este Mașina Universală Turing – universală pentru că acceptă ca impuls inițial orice înșiruire posibilă de simboluri care descriu o funcție și oferă ca rezultat demonstrația corespunzătoare acesteia. Dacă-i oferi însă Mașinii Universale Turing propria sa descriere, tot nu se oprește; va genera șiruri infinite de 0 și de 1. Cam asta ar fi. Mama tuturor computerelor, sufletul erei digitale, aceasta a fost concepută pentru a demonstra că nu se reduce totul la o mașină Turing. Există mai multe în cer și pe pământ decât visat-a vreodată filozofia noastră.

O PROBLEMĂ DE POETICĂ

RICHARD FOREMAN

Dramaturg și regizor; fondator al Ontological-Hysteric Theater

Dat fiind faptul că fiecare explicație este condiționată, limitată de propriile circumstanțe și cu siguranță substituibilă de către o altă explicație mai bună sau, cel puțin pentru moment, mai încântătoare, explicația preferată constituie într-adevăr o problemă mai degrabă de poetică decât de știință sau filozofie. Acestea fiind spuse, și eu, asemenea multor altora, m-am „îndrăgostit" – sentiment romantic care fie se consumă repede, fie se transformă în altceva. Însă tocmai bucuria de moment *reiterată* este aceea care modelează o explicație pentru că, într-un anumit sens, te îndrăgostești iar și iar de același gen de persoană, iar această reiterare definește și modelează caracterul mental al cuiva. În tinerețe, m-am lăsat astfel modelat și orientat de ceea ce voi numi mai departe cele *două* explicații personale preferate.

1. Nu-mi mai amintesc detaliile (pentru că nu sunt, desigur, om de știință), dar țin minte că am citit undeva despre teoria lui Paul Dirac privind marea de energie negativă din care a țâșnit – printr-o gaură, dintr-o lipsă – pozitronul, din care s-a format lumea așa cum o cunoaștem azi. Sper că am acest drept și că nu m-am făcut de râs

răstălmăcindu-l – dar, dintr-un anumit punct de vedere, asta nici n-ar prea conta. Deoarece imaginea aceasta, alimentată de explicația de rigoare, mi-a impulsionat cercetarea aplicată asupra unui nou tip de teatru, în cadrul căruia am încercat (prin invocarea unei anumite teologii negative), și încă mai încerc mai degrabă să-mi împing audiența spre abis decât să-i ofer ceea ce resimte deja față de lumea „reală" și nu vrea decât să i se confirme.

2. La scurt timp după aceea (toate acestea se întâmplau în anii 1950), m-am întâlnit cu pe nedrept neglijatul filozof Ortega y Gasset și am fost contrariat de explicația sa potrivit căreia o ființă omenească nu este o „persoană deplină" (asta într-o lume în care mantra era să devii „pe deplin dezvoltat"), ci, așa cum s-a exprimat el memorabil, „eu nu sunt decât eu însumi și împrejurările care mă circumscriu" – altfel spus, o ființă scindată.

Și care anume este concursul de împrejurări de felul celui descris de Ortega care m-a determinat să mă las sedus de explicația lui Dirac? Asta e ceva ce are de-a face cu faptul de a fi crescut într-un Scardsale al privilegiilor, urând acel loc, dar ascunzând faptul că nu mă simțeam în largul meu acolo și fiind încăpățânat să mă perfecționez prin educație. Metafora poetică puternică (pentru mine) a lui Dirac m-a determinat să cred că sursa de neatins (oceanul de energie negativă) reprezenta terenul adevărat în care ne implântam cu toții rădăcinile în secret – și să-mi fac curaj plecând de la realitatea că lumea care mă înconjura era oarbă față de realitatea mai profundă a lucrurilor și că sentimentul meu de alienare era întrucâtva justificat.

ORIGINILE ELECTRICITĂȚII BIOLOGICE

JARED DIAMOND

Profesor de geografie, University of California – Los Angeles; scriitor, *Collapse: How Societies Choose to Fail or Succeed*

Explicația profundă, elegantă și frumoasă pe care o prefer o reprezintă soluția la problema generării biologice de electricitate de către animale și plante, elaborată de către fiziologii britanici Alan Hodgkin și Andrew Huxley în 1952, pentru care le-a fost decernat Premiul Nobel pentru fiziologie și medicină în 1963.

Se știa, de mai bine de un secol, că nervii, mușchii și alte câteva organe ale animalelor, dar și câteva plante erau capabile să producă electricitate. Majoritatea electricității respective este la voltajul redus al numai unei fracțiuni a unui volt. Oricum ar sta lucrurile, țiparii ca surse de electricitate distribuie în serie 6 000 de membrane musculare și produc astfel 600 de volți, suficient pentru a-și ucide prada, pentru a scurtcircuita caii la trecerea prin vadul râurilor și pentru a mă scurtcircuita pe mine atunci când mă ocupam cu studierea electricității generate de țipari ca absolvent de studii universitare și când eram atât de concentrat în gândurile mele despre mecanismele fiziologice, că am uitat complet care pot fi consecințele lor.

Electricitatea presupune deplasarea particulelor cu sarcină electrică. În becurile și rețelele noastre electrice, acele particule cu sarcină electrică sunt reprezentate de electronii cu sarcină negativă. Care sunt însă acestea în cadrul sistemelor biologice? Deja cu mai bine de un secol în urmă, fiziologul german Julius Bernstein a venit cu supoziția că particulele cu sarcină electrică a căror deplasare era responsabilă pentru electricitatea biologică nu erau electronii, ci ionii cu sarcină pozitivă.

Hodgkin și Huxley au demarat o serie de experimente decisive la sfârșitul anilor 1930. Se așteptau să descopere că voltajul înregistrat la nivelul unei membrane nervoase în stare de inactivitate ajungea treptat la zero în timpul unui impuls electric datorită unei pierderi de permeabilitate selectivă către ionul de potasiu cu sarcină electrică pozitivă. Spre surpriza lor, cei doi au constatat că voltajul nervului respectiv nu doar că atingea valoarea zero, iar membrana nervoasă nu doar că devenea permeabilă fără discriminare: voltajul și-a schimbat semnul, necesitând o cercetare specială. S-a întâmplat însă curând după aceea că Hitler a invadat Polonia, iar Hodgkin și Huxley și-au petrecut următorii șase ani folosindu-și nivelul atins de înțelegere a electricității pentru a realiza radare pentru forțele armate britanice.

Și-au reluat experimentele în 1945, folosind nervi uriași care fuseseră descoperiți în partea posterioară a calamarilor și care erau suficient de mari pentru a permite introducerea unui electrod de măsurare a voltajului de-a lungul membranei nervoase. Li s-a confirmat, astfel, descoperirea antebelică problematizantă că voltajul nervilor își modifică semnul electric și că respectiva modificare se transmite de-a lungul unui nerv pentru a se constitui într-un impuls electric. În cadrul unei serii de experimente prin care s-ar putea defini termenul însuși de „eleganță", aceștia au concentrat artificial voltajul de-a lungul membranei nervoase la diferite niveluri, au măsurat curenții electrici de intrare și de ieșire din membrană ca pe o funcție a intervalului de timp la fiecare nivel după realizarea concentrației voltajului, au transferat acele valori de măsurare a voltajului în modificări ale permeabilității în cazul ionului de potasiu cu sarcină electrică pozitivă și apoi în cazul ionului de

sodiu cu sarcină electrică pozitivă, ca o funcție a voltajului și a intervalului de timp, și au reconstituit, în final, întregul parcurs al unui impuls nervos plecând de la acele modificări de permeabilitate dependente de intervalul de timp și de voltajul înregistrat. În prezent, studenții de la cursurile de fiziologie efectuează calculele necesare pentru a reconstitui un potențial de acțiune într-o singură după-amiază, de la stațiile lor de lucru computerizate. În 1952, înaintea erei digitale moderne, Andrew Huxley era nevoit să efectueze aceste calcule într-un mod mult mai laborios, cu ajutorul unui calculator de mână: ceea ce înseamnă că avea nevoie de aproximativ o lună pentru a calcula un singur impuls nervos.

Cele patru articole pe care Hodgkin și Huxley le-au publicat în britanicul *Journal of Physiology* în 1952 erau atât de uimitoare prin urmărirea minuțioasă a deplasărilor ionilor de sodiu și potasiu și prin reconstituirea impulsurilor nervoase, că lumea științifică s-a lăsat convinsă aproape instantaneu. Acele modificări de permeabilitate ale ionilor cu sarcină pozitivă (dar nu și ale electronilor cu sarcină negativă) a făcut posibil ca nervii să transporte impulsuri electrice, ca mușchii să transmită impulsuri care determinau contracția acestora, pentru joncțiunile nervi/mușchi, să transmită impulsuri prin care nervii activau mușchii, pentru joncțiunile nervi/nervi (așa-numitele sinapse), să transmită impulsuri prin intermediul cărora un singur nerv activa un alt nerv, pentru organele de simț, să producă impulsuri care transformau lumina, și sunetul, și senzația tactilă în electricitate și pentru nervii și creierele noastre, să funcționeze ca atare. Altfel spus, modul de funcționare al electricității din lumea animală dezvăluit de Hodgkin și Huxley ne dă nouă posibilitatea să citim pagina de față, să fim luați prin surprindere de ceea ce aflăm, să reflectăm la întrebările *Edge*, dar și să facem orice altceva care presupune mișcarea, senzațiile și gândirea. Principiul fundamental – deplasarea particulelor cu sarcină electrică pozitivă – era simplu în sine însuși, dar Dumnezeu era de găsit în detaliile minuțioase elaborate și în reconstituirea elegantă a faptelor.

DE CE PICTAU GRECII OAMENI ROȘII PE VASE DE CULOARE NEAGRĂ

TIMOTHY TAYLOR

Arheolog, University of Bradford, Marea Britanie; scriitor, *The Artificial Ape*

Explicația unui lucru care nu părea să aibă nevoie să fie explicat este bună. Dacă aceasta conduce spre explicații ulterioare ale unor lucruri care nu păreau să aibă nevoie să fie explicate, atunci este și mai bine. Dacă asta declanșează un val de reacții, în opoziție cu interesele legitime de natură științifică care tind să mențină *status quo*-ul în fața unor implicații revoluționare, atunci acesta este cel mai bun lucru care se poate întâmpla. În ceea ce mă privește, m-am oprit asupra explicației aparent simple, dar extrem de influente a lui Michael Vicker referitoare la motivul pentru care grecii antici își decorau vasele cu mici figurine de culoare roșie.

„Vasul cu imagini de culoare roșie" s-a impus ca un simbol al Antichității. Expresia în sine poate fi văzută adesea pe etichetele exponatelor din muzee, iar întrebarea de ce imaginile nu erau pictate cu alb, galben, mov sau negru – cu celelalte culori, adică, pe care grecii le puteau obține și o și făceau, în combinațiile și uleiurile lor ceramice – nu pare să aibă vreo relevanță. Practic vorbind, cumpărătorii de obiecte ceramice le puteau combina și potrivi fără teama de a dăuna vreunui

stil anume, iar schema de bază le permitea artizanilor să se concentreze asupra a ceea ce constituia obiectul real al pasiunii lor: narațiunea în sine, faptul de a spune o poveste. Fundalul negru și imaginile de culoare roșie se constituiau în scene complexe mitologice, de luptă, de muncă, domestice, sportive și îndrăzneț sexuale, de o mare prospețime grafică. Oricine putea înțelege despre ce este vorba (motiv pentru care muzeele își păstrează adesea exponatele cu subiecte heterosexuale, cu homosexuali, lesbiene, cu scene de violență și cu așa-numitele *olisbos* [dildouri] departe de public, în cadrul unor colecții pentru cunoscători).

Genialitatea lui Vicker a constat în a aborda o idee a foarte cunoscutului învățat Vitruvius din secolul I î. Hr. și de a o dezvolta într-un context nou. Vitruvius observa, la vremea lui, că multe dintre caracteristicile templelor grecești care păreau să aibă o funcție pur decorativă constituiau vestigii ale unor scopuri practice din perioadele anterioare: șiruri mici de curbe atent sculptate și de goluri chiar sub linia acoperișului erau, de fapt, motive scheomorfe, sau ecouri formale, ale capetelor de traversă și ale căpriorilor care fuseseră concepute în momentul în care construcțiile erau majoritar din lemn. Michael considera că și ceramica grecească avea un caracter scheomorf, fiind un substitut ieftin pentru metalele prețioase folosite de aristocrație. Considera că figurinele de culoare roșie pe negru imitau figurinele aurite de pe argint, în timp ce formele ca atare ale obiectelor ceramice, cu carnația lor pregnantă și cu mânerele lor subțiri, ca niște scoabe, atât de ușor de modelat în lut, reprezentau translatări directe ale obiectelor meșteșugărești din argint.

Explicația aceasta continuă să li se pară multora neplauzibilă. Dar acelora dintre noi, cum este cazul meu, care activează în desișurile arheologiei est-europene a Epocii Fierului, cu ostentativele sale movile funerare barbare cu ornamentații din metale prețioase, li se pare a fi perfect rezonabilă. Argintul din perioada antică pare negru la culoare când este descoperit arheologic, iar motivele aurite sunt de un galben-roșcat puternic contrastant. Muzeele obișnuiau „să conserve" obiectele acestea fără să-și dea seama că (după cum știm noi astăzi) strălucirea sulfurată a aurului era deliberată și că niciun grec din

vechime nu se voia înmormântat cu obiecte de argint strălucitor (o alegere stilistică atât de caracteristică detestaților persani, care se împăunau atunci cu accesul pe care și l-au croit spre lămâile exotice cu care curățau argintul).

În cazul meu, ca un entuziast ce-am fost de la bun început, momentul decisiv a venit când Vickers a fotografiat un set de *lekythoi*, mici recipiente cilindrice și elegante de parfum, înșiruite cap la cap în ordine descrescătoare într-o curbă elegantă. Acesta a demonstrat, așadar, că nu exista *lekythos* (singurul tip de ceramică importantă pe fundal alb și cu negru doar la bază și pe margine) cu un diametru mai mare decât cel mai mare cilindru lamelar care se putea obține dintr-un fildeș de elefant. Aceste vase, explica el, erau motive scheomorfe ale originalelor din fildeș montat în argint.

Implicațiile nu sunt încă pe deplin stabilite, dar renumele Greciei antice ca o cultură cu o orientare preponderent filozofică și eminamente estetică poate fi pus acum în contrast cu imaginea unei lumi unde fiecare își dorea cu disperare să-i imite pe posesorii înstăriți ai minelor de argint exploatate cu sclavi, cu flotele lor comerciale de invidiat. Din punctul meu de vedere, scala economiei antice, la toate dimensiunile sale, sclavie, comerț, nivelurile populației, stratificarea socială, a fost sistematic subestimată, iar odată cu ea, și impactul colonialismului și al complexității sociale emergente în Eurasia preistorică.

Ironia la adresa lumii artistice moderne este că obiectele ceramice cu reprezentări de culoare roșie pentru care se bate palma pe sume uriașe astăzi nu reprezintă nici pe departe ceva ce grecii să fi considerat a fi valoros. Într-adevăr, ne este limpede acum că iluzia potrivit căreia aceste antichități ieftine în sine erau adevărata ceramică McCoy a fost întreținută în mod artificial, prin prelucrarea extrem de selectivă a textelor grecești de către casele de licitații din secolul al XIX-lea care intenționau să le impună astfel pe piață.

LIMBAJUL CA SISTEM DE ADAPTARE

ANDY CLARK

Filozof, profesor de logică și metafizică, University of Edinburgh; scriitor, *Supersizing the Mind: Embodiment, Action, and Cognitive Extension*

Explicația învățării reiterate a limbajului structurat constituie una dintre acele explicații frumoase care revoluționează lucrurile, punându-le într-o nouă lumină principiile de funcționare și originile. Aceasta sugerează alternative viabile la viziunile care prezintă creierul omenesc ca fiind puternic adaptat la învățarea limbajelor asemănătoare celui omenesc. Dimpotrivă, explicația aceasta prezintă limbajele asemănătoare celui omenesc ca fiind puternic adaptate la forma instrumentelor de învățare furnizate de creierul omenesc.

Ideea de bază este că limbajul în sine constituie un sistem de adaptare care își modifică formele și structurile astfel încât să poată fi însușit tot mai ușor de către agenții săi vorbitori (aceștia fiind noi). Această idee generală este enunțată pentru prima dată (cel puțin din câte știu eu) în cartea lui Terry Deacon din 1997, intitulată *The Symbolic Species*. Ideea a fost aprofundată ulterior de către lingviști cu o formație științifică precum Simon Kirby, Morten Christiansen și alții. O mare parte a activității lor a presupus simulări pe calculator, dar, în 2008, Kirby și colaboratorii au publicat un articol în *Proceedings of the National*

Academy of Sciences în care vin în sprijinul acestor dovezi de principiu cu o demonstrație de laborator care folosește subiecți umani.

În cadrul acestor experimente, subiecților li s-a predat un limbaj artificial simplificat format din șiruri sau perechi de cuvinte, iar apoi au fost supuși unor teste. Unii itemi din cadrul testelor respective conțineau sensuri care le-au fost predate în cadrul sesiunilor de învățare, în timp ce alte sensuri le erau complet necunoscute. Și aici intervine șiretlicul. Este instruită o „nouă serie" de subiecți, pentru care nu se folosesc itemii originali, ci datele culese de la seria precedentă. Limbajul este supus astfel unui proces de filtrare de serie, astfel încât opțiunile de învățare ale unei serii (inclusiv erorile și alterările de sens inevitabile) să constituie datele de învățare pentru seria următoare de subiecți. Ceea ce au constatat din plin autorii experimentului (replicând rezultatele simulării anterioare) a fost faptul că limbajul care face obiectul unui asemenea demers de evoluție culturală cumulată ajunge să fie din ce în ce mai ușor de învățat, prezentând tot mai multe reguli de construcție și inflexiune. Iar asta se întâmplă din cauză că limbajul se modifică și fluctuează în feluri care se adaptează din ce în ce mai bine caracteristicilor de bază ale subiecților (care funcționează ca gazde). Cu alte cuvinte, limbajul se adaptează pentru a deveni mai ușor de învățat în funcție de tipurile de agenți de învățare. Iar acest lucru este posibil deoarece așteptările și particularitățile agenților de învățare influențează atât gradul în care aceștia memorează itemii de învățare, cât și modul în care ei reacționează când se confruntă cu itemi noi.

Limbajul se comportă, astfel, oarecum asemenea unui organism care se adaptează unei nișe a mediului înconjurător.

Iar nișa aceea suntem noi.

MECANISMUL MEDIOCRITĂȚII

NICHOLAS G. CARR

Jurnalist; scriitor, *The Shallows: What the Internet Is Doing to Our Brains*

În 1969, un specialist în educație de origine canadiană a atentat la castitatea capitalismului american. „În cadrul unei ierarhii", a susținut acesta, „fiecare angajat tinde să aspire către propriul nivel de incompetență." A numit această idee Principiul Peter, care a fost elaborat într-o carte cu un titlu omonim. Volumul de mici dimensiuni, de nici măcar 180 de pagini, a ajuns să se impună drept bestsellerul anului, cu aproximativ 200 000 de exemplare vândute în librării. Și nu este greu de înțeles cum s-a întâmplat asta. Nu doar că Principiul Peter a venit să confirme ceea ce știa deja toată lumea, faptul că șefii sunt idioți, dar mai și explica de ce lucrurile trebuie să stea în felul acesta. Când cineva se remarcă la locul de muncă, este promovat. Și o ține în continuare tot așa până ajunge într-o poziție pentru care nu este suficient de calificat. După care încetează să mai fie promovat. Altfel spus, și-a atins propriul nivel de incompetență. Drept care rămâne pe termen nelimitat în funcția respectivă.

Principiul Peter a funcționat ca un cârlig cu mai multe capete. Nu doar că a pus reflectorul pe nătărăii din poziții de conducere. S-a și legat de piesa de rezistență a visului american – dorința de a urca pe scara

succesului – și a dezvăluit că aceasta nu este altceva decât o rețetă pentru mediocritatea de masă. Spiritul de inițiativă funcționa ca un șiretlic elaborat, ca un vector prin care incompetenții își generalizau propriile neajunsuri. Dar povestea merge și mai departe. Așa cum a subliniat un recenzent de la *New York Times*, principiul respectiv are „implicații cosmice". Nu a mai trecut mult timp până când oamenii de știință au dezvoltat „Principiul Peter generalizat", care suna cam așa: „În cadrul evoluției, sistemele manifestă tendința de a se dezvolta până ating limita propriei competențe adaptative." Totul evoluează până în punctul în care eșuează. Forma pe care o îmbracă existența este forma eșecului însuși.

Cele mai notabile explicații ne iau prin surprindere tocmai prin caracterul lor alarmant de evident. Abordează idei devenite locuri comune – lucruri prin care am trecut cu toții – și scot la lumină adevărul lor ascuns. Cei mai mulți dintre noi trecem prin viață ca și cum am orbecăi printre copaci. E nevoie de un vizionar ca Laurence J. Peter care să vină să ne spună că ne învârtim, de fapt, printr-o pădure.

PRINCIPIUL EMPIRISMULUI SAU CONVINGE-TE ȘI SINGUR

MICHAEL SHERMER

Jurnalist, revista Skeptic; foiletonist, Scientific American; scriitor, *The Believing Brain*

Empirismul constituie principiul cel mai profund și mai amplu de explicare a majorității fenomenelor din universul natural și din cel social. Empirismul este principiul care susține că trebuie să ne convingem singuri de ceva în loc să credităm autoritatea altora. Empirismul reprezintă fundamentul științei, așa cum o consemnează motto-ul de la Royal Society din Londra – prima instituție cu caracter științific din lume. *Nullius in Verba – Să nu crezi pe nimeni pe cuvânt*.

Galileo nu a crezut pe nimeni pe cuvânt. Potrivit cosmologiei aristotelice, autoritatea ultimă și de nedisputat a Bisericii Catolice în chestiunile cerești, toate obiectele din spațiu trebuie să fie perfect rotunde și perfect netede ca să se învârtă în jurul Pământului pe orbite perfect circulare. Cu toate acestea, atunci când Galileo a cercetat chestiunea pe cont propriu, analizând-o cu ajutorul unei lunete de mici dimensiuni prevăzute cu lentile de refracție la un capăt și cu o lupă la celălalt capăt, a observat că există munți pe lună, pete pe soare, faze ale lui Venus, luna învârtindu-se în jurul lui Jupiter și un obiect straniu în jurul lui Saturn.

Eminentul coleg astronom al lui Galileo de la Universitatea Padua, Cesare Cremonini, s-a dovedit a fi așa de fidel cosmologiei aristotelice, că a refuzat până și să privească prin lunetă, proferând: „Nu pot să cred că a mai văzut și altcineva decât el toate acestea și apoi, faptul de a privi prin lentile mă face să amețesc." Cei care au acceptat totuși să se uite prin luneta lui Galileo nu și-au putut crede ochilor – la propriu. Unul dintre colegii lui Galileo a declarat că instrumentul respectiv facilitează panoramarea terestră, dar nu și celestă, dat fiind că respectivul a declarat: „Am verificat acest instrument al lui Galileo într-o mie de variante, atât pe lucrurile de jos, cât și pe cele de sus. Pentru cele de jos funcționează perfect; în privința celor de sus, ne amăgește complet."[1] Un profesor de matematică de la Collegio Romano era convins că Galileo a pus cu mâna lui cele patru luni ale lui Jupiter în interiorul lunetei. Galileo era să facă apoplexie: „Când am vrut să le arăt profesorilor din Florența sateliții lui Jupiter, aceștia n-au vrut să se uite nici la sateliți, nici la telescop. Oamenii ca ei consideră că în natură nu există niciun adevăr care să merite efortul de a-l căuta, și că totul stă în analizarea unor texte."[2]

Cercetând lucrurile pe cont propriu, Galileo, Kepler, Newton și alții ca ei au făcut posibilă Revoluția Științifică, care în Iluminism i-a determinat pe învățații vremii să aplice principiul empirismului atât la nivelul societății, cât și al universului natural. Marele filozof politic Thomas Hobbes, de pildă, s-a identificat cu un Galileo sau William Harvey al societății: „Galileo... a fost primul care ne-a deschis poarta principiului universal al filozofiei naturale, care este cunoașterea naturii mișcării... Știința anatomiei umane, partea cea mai valoroasă a științelor naturii, a fost întemeiată, printr-o perspicacitate admirabilă, de compatriotul nostru, doctorul Harvey... Filozofia naturală este, așadar, încă tânără; însă filozofia civilă este și mai jună, nefiind mai vârstnică... decât a mea. *De Cive*."[3]

[1] Daniel J. Boorstin, *The Discoverers*, Random House, New York, 1983, 315–316.

[2] W. T. Sedgwick & H. W. Tyler, *A Short History of Science*, *Macmillan*, New York, 1921, 222n.

[3] Hobbes, *De Corpore*, prefață la vol. 1 (1655).

De la Revoluția Științifică, trecând prin Iluminism, principiul empirismului a substituit treptat, dar sigur, superstițiile, dogmatismul și autoritatea religioasă. În loc să divinizeze adevărul revelat prin intermediul autorității unei străvechi cărți sfinte sau al tratatelor filozofice, oamenii au început să exploreze natura pe cont propriu.

În loc să cerceteze reprezentările din tratatele de botanică, învățații au început să iasă în natură ca să constate pe cont propriu ce anume crește din pământ.

În loc să-și întemeieze cunoașterea pornind de la xilogravurile unor disecții din vechile texte de medicină, medicii au început să deschidă ei înșiși cadavre ca să vadă cu ochii lor ce e înăuntru.

În loc să ardă vrăjitoarele pe rug bazându-se pe argumentele macabre furnizate lor de *Malleus Maleficarum*, autoritatea supremă în domeniul vânătorii de vrăjitoare, oamenii legii au început să ia în considerare alte forme de adunare a unor dovezi mai convingătoare, înainte de a acuza pe cineva de ceva.

În locul unei mâini de cetățeni de elită care să revendice toată puterea politică ținându-și compatrioții în analfabetism, lipsă de educație și de iluminare spirituală, oamenii au început să constate pe cont propriu, prin intermediul științei, al cunoașterii și educației, puterea și corupția care i-au subjugat până atunci și au început să scuture lanțurile robiei și să-și ceară drepturile.

În locul dreptului de natură divină al regelui, oamenii au făcut apel la dreptul natural al democrației. În acest sens, alegerile democratice funcționează asemenea unor experimente științifice: la fiecare câțiva ani, se modifică cu atenție variabilele prin intermediul unor alegeri, apoi se constată rezultatele. Mulți dintre întemeietorii noștri[1] au fost oameni de știință care au adaptat în mod deliberat metodele colectării de date, verificării ipotezelor și emiterii unor teorii în procesul întemeierii

[1] În original *founding fathers*, cu referire la fondatorii Statelor Unite ale Americii, care au semnat Declarația de Independență a Statelor Unite ale Americii sau au avut contribuții majore de natură ideatică, legislativă, participativă la crearea Statelor Unite ale Americii (n. tr.).

națiunii. Capacitatea lor de a înțelege caracterul provizoriu al oricărei descoperiri i-a condus spre formarea unui sistem social în cadrul căruia empirismul a constituit piesa de rezistență a unei organizări statale funcționale. Guvernul nou format era asemenea unui laborator științific, supervizând seriile de experimente desfășurate an de an, stat după stat. Obiectivul lor nu era acela de a promova un sistem politic sau altul, ci de a institui un sistem în cadrul căruia oamenii să experimenteze pe cont propriu ce anume funcționează mai bine. Acesta este un exemplu despre principiul empirismului aplicat în sfera socială.

În 1804, Thomas Jefferson îi scria lui John Tyler: „Niciun experiment nu poate fi mai interesant decât cel pe care-l încercăm noi în prezent și despre care sperăm că se va finaliza prin stabilirea faptului că omul este o ființă care se lasă coordonată de rațiune și adevăr."

SUNTEM PRAF DE STELE

KEVIN KELLY

Redactor, *Wired*; scriitor, *What Technology Wants*

De unde am apărut? Am citit undeva că ne-am născut în stele ca să fim profunzi, eleganți și frumoși. Acest gen de explicație susține că majoritatea atomilor din corpurile noastre s-au format din particule mai mici produse în cuptoarele unor stele de mult timp dispărute. Doar particulele primordiale de hidrogen au apărut înaintea nașterii stelelor. Potrivit unor calcule de tip cosmic, suntem rămășițe stelare în proporție de 90 de procente. În esența lor, oamenii sunt produsele secundare ale fuziunii nucleare. Valorile intense de presiune și temperatură ale acestor cuptoare imense au amplificat norii în coliziune ai particulelor elementare miniaturale, acestea au format particule mai mari care, odată fuzionate, s-au risipit în spațiu atunci când cuptorul s-a stins. Este posibil ca atomii cei mai grei din structura noastră osoasă să fi necesitat mai mult decât un singur ciclu pentru a se forma în cuptoarele stelare. Un număr incalculabil de atomi gata formați s-au constituit în planete și un dezechilibru straniu numit viață a atras un set secundar al acestor atomi pentru a forma ființele noastre muritoare. Suntem cu toții praf de stele adunat laolaltă. Și, prin cea mai elegantă și mai remarcabilă transformare posibilă, structura noastră stelară manifestă capacitatea de a

privi cerul nopții pentru a percepe strălucirea altor stele. Acestea ne par a fi foarte îndepărtate, dar de fapt suntem cât se poate de similari lor, oricâți ani-lumină ar fi între noi. Tot ce vedem unii la alții a luat naștere în stele. Cât de frumos poate fi lucrul acesta?

CUPRINS

Limitele intuiției de BRIAN ENO 5
Mecanismul Higgs de LISA RANDALL 8
Mintea gândește în metafore ale corpului de SIMONE SCHNALL 12
Metaforele sunt în minte de BENJAMIN K. BERGEN 16
Principiul porumbeilor sau al sertarelor de JON KLEINBERG 20
De ce au programele viruși de MARTI HEARST 24
Modele artistice comune de HANS-ULRICH OBRIST 27
Adevărata simetrie de rotație a spațiului de SETH LLOYD 31
Principiul porumbeilor sau al sertarelor revizuit de CHARLES SEIFE 34
Legea lui Moore de RODNEY A. BROOKS 37
Complexitatea cosmică de JOHN C. MATHER 40
Ipoteza Gaia de SCOTT SAMPSON 44
Ecuațiile continuității de LAURENCE C. SMITH 48
Pariul lui Pascal de TIM O'REILLY 52
Strategiile evoluționist-stabile de S. ABBAS RAZA 55
Dilema lui Collingridge de EVGENY MOROZOV 58
Încredere nezdruncinată de ERNST PÖPPEL 60
Pur și simplu așa este? de BRUCE PARKER 63
Subminând biologia de PATRICK BATESON 67
Sex la vârful degetelor de SIMON BARON-COHEN 70
De ce se mișcă filmele? de ALVY RAY SMITH 74

Doriți și niște brânză albastră alături?
de ALBERT-LÁSZLÓ BARABÁSI 78
Legile mamei-natură de STUART PIMM 82
Piramida Oklo de KARL SABBAGH 86
Kitty Genovese și apatia de grup de ADAM ALTER 89
Vrăjitorul din eu de GERALD SMALLBERG 92
O singură coincidență, două déjà-vu-uri de DOUGLAS COUPLAND 95
Briciul lui Occam de KATINKA MATSON 97
Timpul profund de ALUN ANDERSON 98
Să punem psihoterapia pe o bază științifică: cinci lecții elementare
de ERIC R. KANDEL 101
Obiecte de tranziție de SHERRY TURKLE 106
Selecția naturală este simplă, dar sistemele pe care le configurează
sunt incredibil de complexe de RANDOLPH NESSE 110
Cum să-ți vină o idee bună de MARCEL KINSBOURNE *115*
Din gura pruncilor de NICHOLAS A. CHRISTAKIS 118
Frumusețea unui răsărit de PHILIP CAMPBELL 122
Originea banilor de DYLAN EVANS 126
Precesia simulacrelor de DOUGLAS RUSHKOFF 129
Teoria perspectivei temporale de PHILIP ZIMBARDO 132
Sincronizarea evolutivă explică problemele specifice
adolescenței de ALISON GOPNIK 136
Implicațiile marii descoperiri a lui Ivan Pavlov
de STEPHEN M. KOSSLYN și ROBIN ROSENBERG 140
Natura este mai inteligentă decât suntem noi
de TERRENCE J. SEJNOWSKI 144
Impunerea randomizării de MICHAEL I. NORTON 148
Unificarea electricității cu magnetismul de LAWRENCE M. KRAUSS 151
Ca niște brățări elastice de pluș de NEIL GERSHENFELD 155
Principiul inerției de LEE SMOLIN 157
A vedea înseamnă a crede: de la efectele placebo la filmele
din creier de ERIC J. TOPOL 161
Discontinuitatea științei și a culturii de GERALD HOLTON 163

Hormesis înseamnă redundanță de NASSIM NICHOLAS TALEB 165
Frumoasa lege a consecințelor neintenționate de ROBERT KURZBAN 169
Suntem ceea ce facem de TIMOTHY D. WILSON 173
Diferențele de personalitate: importanța hazardului
de SAMUEL BARONDES 176
Sindromul metabolic: adaptări ale energiei celulare
într-o lume toxică? de BEATRICE GOLOMB 179
Moartea este ca o achitare de credit de EMANUEL DERMAN 185
Numere transfinite și stări mentale de DAVID GELERNTER 187
Legile inversate ale puterii de RUDY RUCKER 189
Cum de leopardul are pete de SAMUEL ARBESMAN 192
Algoritmul universal de luare a deciziilor de STANISLAS DEHAENE 194
Zicerea lordului Acton de MIHALY CSIKSZENTMIHALYI 199
Adevăr, ficțiune și universul nostru probabilistic
de VICTORIA STODDEN 201
Elegant = complex de GEORGE CHURCH 205
Întrebările lui Tinbergen de IRENE PEPPERBERG 207
Mașina universală Turing de GLORIA ORIGGI 209
O problemă de poetică de RICHARD FOREMAN 211
Originile electricității biologice de JARED DIAMOND 213
De ce pictau grecii oameni roșii pe vase de culoare neagră
de TIMOTHY TAYLOR 216
Limbajul ca sistem de adaptare de ANDY CLARK 219
Mecanismul mediocrității de NICHOLAS G. CARR 221
Principiul empirismului sau convinge-te și singur
de MICHAEL SHERMER 223
Suntem praf de stele de KEVIN KELLY 227

antologie coordonată de

John Brockman

TOTUL ARE O EXPLICAȚIE

vol. 2

09

Peste o sută de teorii dintre cele mai surprinzătoare despre minte, gândire, societate și univers se întâlnesc în această lucrare captivantă pentru toți cititorii care se lasă provocați de știință și de orizonturile ei fără limite. Fizica, economia, psihologia, neuroștiințele și alte discipline își etalează aici întreaga forță pe înțelesul tuturor.

Legile naturii, metaforele, inerțiile și complexitățile universului sunt câteva teme dintre cele abordate în prezentul volum. Lor li se adaugă idei fascinante și descoperiri care pot schimba felul în care vedem lumea, într-o carte a soluțiilor „frumoase" la probleme cât se poate de interesante.

„Această carte provocatoare se poate citi din scoarță în scoarță, se poate răsfoi, în funcție de preocupările fiecăruia, și va fi pe placul oricărui cititor curios. Se recomandă călduros."

Library Journal

eBOOK DISPONIBIL

nemira.ro

ISBN 978-606-758-552-0

1991 - 2016 NEMIRA 25 de ani plăcerea lecturii